ISTORIA ȘTIINȚEI

VOL. I

de la grecii antici la revoluția științifică

Ray Spangenburg și Diane K. Moser

SERIA
CULTURĂ GENERALĂ
18

În 1676, Isaac Newton i-a scris lui Robert Hooke: *Dacă am văzut mai departe, este pentru că am stat pe umerii giganților.* Într-adevăr, ***Istoria Științei*** reprezintă cronica descoperirilor geniale, care s-au întemeiat pe ideile predecesorilor lor. Mai mulți oameni de știință contemporani au comentat cuvintele lui Newton, accentuînd datoria pe care fiecare generație o are față de înaintașii ei.

În cadrul unei serii, cuprinzînd cinci volume, sînt prezentați în ordine cronologică acești „giganți" și realizările lor, modul în care conceptele despre lumea fizică au evoluat de la filozofia antică pînă la știința de astăzi, supertehnicizată.

Primul volum, intitulat *Istoria Științei de la grecii antici pînă la Revoluția Științifică*, acoperă o lungă perioadă, începînd cu bazele filozofice ale stiinței, elaborate de gînditorii greci ai Antichității și continuînd cu acumulările înregistrate în decursul Evului Mediu și Renașterii.

În cuprinsul său sînt prefațate extraordinarele realizări științifice din secolul al XVIII-lea, perioadă în care știința, în sensul modern al cuvîntului, și-a dobîndit adevăratele valențe.

Cu un conținut informațional dens, căruia i se adaugă imagini deosebit de interesante, lucrarea de față se constituie într-un admirabil ghid de inițiere în tainele marilor descoperiri, care au modelat percepția asupra lumii.

Sub tipar:

Vol. 2 – Istoria Științei - secolul al XVIII-lea
Vol. 3 – Istoria Științei - secolul al XIX-lea
Vol. 4 – Istoria Științei de la 1895 pînă la 1945
Vol. 5 – Istoria Științei de la 1946 pînă în anii '90

EDITURA LIDER

RAY SPANGENBURG
DIANE K. MOSER

ISTORIA ȘTIINȚEI

Vol. I

de la grecii antici la revoluția științifică

Traducere:
CONSTANTIN DUMITRU-PALCUS

EDITURA LIDER

PREFAȚA SERIEI

... o dată ce ni s-au deschis ochii... nu ne mai putem întoarce la vechea viziune asupra lumii... Dar fiecare revoluție a gîndirii științifice înseamnă cuvinte noi puse pe aceeași muzică, iar ceea ce s-a petrecut înainte nu este distrus, ci doar privit din alt unghi.

A. S. Eddington

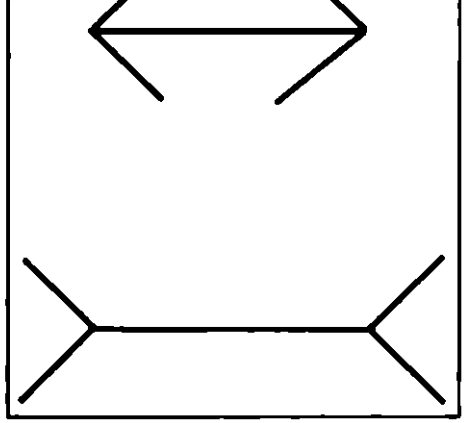
Ce este știința? Prin ce diferă ea de alte tipuri de gîndire? Și ce fel de oameni sînt savanții? Cum gîndesc ei și ce vor să spună cînd vorbesc despre „activitatea științifică"?

Știința nu înseamnă numai eprubete sau aparate ciudate. Și nici doar broaște disecate sau denumiri ale speciilor de plante. Știința este un mod de gîndire, o modalitate vitală, care se dezvoltă permanent, de a privi lumea. Este un mod de a descoperi cum funcționează lumea – un mod aparte, care folosește un set de reguli închipuite de oamenii de știință pentru a-i ajuta să-și descopere, printre altele, și propriile greșeli.

Oricine știe cît este de ușor să greșim cu privire la ceea ce vedem, auzim sau percepem într-un fel sau altul. Dacă nu sînteți convinși, priviți cele două linii orizontale din figura de mai jos. Prima arată ca o săgeată bi-direcțională. Cealaltă

are vîrfurile săgeților îndreptate spre interior. Care dintre ele credeți că este mai lungă (fără să includeți și săgețile)? Acum măsurați-le pe amîndouă. Întocmai, cele două linii au exact aceeași lungime. Fiind atît de ușor să ne înșelăm cînd facem observații și tragem concluzii, oamenii au pus la punct un sistem, numit „metodă științifică", pentru întrebarea „Cum pot să fiu sigur?" Dacă v-ați fi dat într-adevăr osteneala să măsurați cele două linii din exemplul nostru, în loc să ne credeți pe cuvînt că liniile au aceeași lungime, atunci înseamnă că ați gîndit ca un om de știință. V-ați testat propriile observații. Ați verificat informația pe care v-am dat-o, conform căreia cele două linii „au exact aceeași lungime", folosindu-vă în acest scop de unul dintre cele mai puternice instrumente ale științei: cuantificarea sau măsurarea liniilor.

Cu mai bine de două mii de ani în urmă, filozoful grec Aristotel a afirmat că atunci cînd două obiecte de greutăți diferite sînt lăsate să cadă de la o anumită înălțime, cel mai greu va lovi primul solul. Era o argumentație de bun-simț. În definitiv, oricine dorește să facă un test poate face o



Aparențele pot fi înșelătoare: aceste două linii au aceeași lungime

„observație" și să constate că dacă lași simultan să cadă o frunză și o piatră, piatra va ateriza prima. Încercați și singuri în camera dumneavoastră, cu o foaie de hîrtie și un prespapier. Totuși, nu mulți au fost grecii care au făcut un asemenea test. De ce să se mai complice cînd răspunsul era deja cunoscut? Și, fiind ei niște filozofi care credeau în puterea minții umane de a „rezolva" pur și simplu astfel de probleme fără a mai fi nevoie să recurgă la „teste", au considerat că o asemenea îndeletnicire ar fi inacceptabilă din punct de vedere intelectual și social.

Cîteva secole mai tîrziu, Galileo Galilei, un italian genial căruia îi plăcea să descopere el însuși cum stau lucrurile, a făcut totuși niște teste. Însă, asemenea oamenilor de știință de azi, el nu s-a mulțumit doar să observe obiectele în cădere. Folosindu-se de două bile de greutăți diferite, de un dispozitiv de măsurare a timpului și de un plan înclinat sau o rampă, el a lăsat bilele să se rostogolească pe rampă și le-a *măsurat* cu atenție mișcarea. Și a făcut asta nu o dată, ci de mai multe ori, înclinînd planul la diferite unghiuri. Rezultatele obținute de el, care și astăzi continuă să agreseze bunul-simț al multor oameni, demonstrează că, dacă neglijăm rezistența aerului, toate obiectele lăsate să cadă de la aceeași înălțime vor ajunge la sol în același timp. Într-un vid perfect (care nu putea fi creat pe vremea lui Galilei), toate obiectele ar cădea cu aceeași viteză! Puteți efectua și singuri un test aproximativ în acest sens (deși nu este în nici un caz un experiment într-adevăr exact), mototolind o foaie de hîrtie și dîndu-i drumul să cadă în același timp cu prespapierul.

Experimentele lui Galilei (pe care le-a consemnat cu meticulozitate, pas cu pas) și concluziile trase pe baza acestor experimente demonstrează un alt atribut important al științei.

Oricine doreşte poate repeta experimentul şi chiar să verifice rezultatele sau, căutînd erori sau deficienţe ale experimentului, să demonstreze că acesta este eronat, parţial sau în întregime. Nimeni n-a demonstrat vreodată că Galilei s-a înşelat. Şi după mulţi ani, cînd a fost posibil să se creeze incinte vidate (deşi experimentele sale au fost îndeajuns de exacte ca să convingă pe toată lumea cu mult înainte ca aceasta să se întîmple), concluziile sale au trecut proba testelor.

Galilei a arătat nu doar că Aristotel s-a înşelat. El a demonstrat cum, prin observaţie, experiment şi cuantificare, Aristotel, dacă ar fi dorit, ar fi putut să-şi dovedească sieşi că s-a înşelat – şi în felul acesta să-şi schimbe opinia! Mai înainte de orice, metoda ştiinţifică este o modalitate de a te împiedica să te amăgeşti – sau să îngădui naturii (sau altora) să te amăgească.

Firește, ştiinţa înseamnă mai mult decît observaţie, experiment şi prezentarea rezultatelor. Nimeni nu mai poate azi să citească un ziar sau o revistă fără să înţeleagă rapid că ştiinţa debordează de „teorii". „Un astronom de la Observatorul X a găsit noi dovezi care pun sub semnul întrebării teoria relativităţii", spune o revistă. „Sistemul şcolar din Statul Y condamnă cărţile care acceptă fără nici un dubiu teoria evoluţionistă a lui Darwin", relatează un ziar. „Printr-o serie de rezultate noi şi bizare ale teoriei cuantice se susţine că s-ar putea să nu existi!", strigă o altă publicaţie. Ce e cu chestia asta numită „teorie"?

Puţini oameni de ştiinţă mai pretind azi că folosesc „metoda ştiinţifică" complet „detaşată" şi obiectivă propusă de filozoful Francis Bacon şi de alţii în zorii revoluţiei ştiinţifice din secolul al XVII-lea. Această „metodă", în forma ei cea mai simplă, pretindea că, în încercarea de a răspunde la

întrebările pe care le ridică natura, cel care îi cercetează secretele trebuie să observe, să experimenteze şi să adune, în mod obiectiv şi fără prejudecăţi, datele despre fenomene. „Nu pornesc de la nici un fel de ipoteză", anunţa Isaac Newton după ce a demonstrat legea universală a gravitaţiei, cînd s-a sugerat că s-ar putea să aibă idee despre *ce este gravitaţia*. Istoricii au observat că, de fapt, Newton avea într-adevăr cîteva idei, sau „ipoteze" cu privire la posibila natură a gravitaţiei, dar în general le-a ţinut numai pentru sine. În ceea ce-l priveşte pe Newton, se făcuseră deja prea multe ipoteze şi se acordase prea puţină atenţie adunării atente a faptelor şi cifrelor verificabile.

Cu toate acestea, astăzi ştim că oamenii de ştiinţă nu respectă întotdeauna căile simple şi netede spre care ne ghidează „metoda ştiinţifică" Uneori, fie înainte, fie după desfăşurarea experimentelor, un savant are o idee sau o „intuiţie" (cu alte cuvinte, o ipoteză nu tocmai bine pusă la punct) care sugerează o nouă abordare, un nou mod de a privi problema. Atunci respectivul om de ştiinţă va face o serie de experimente pentru a aduna date în încercarea de a demonstra sau de a contesta această ipoteză. Uneori cuvîntul *ipoteză* este folosit cu uşurinţă în conversaţiile cotidiene, dar pentru ca o ipoteză să fie valabilă din punct de vedere ştiinţific, ea trebuie să înglobeze o anumită cale prin care să se poată dovedi că e falsă dacă este, într-adevăr, falsă. Cu alte cuvinte, trebuie să fie „falsificabilă"

Nu toţi oamenii de ştiinţă desfăşoară ei înşişi experimentele. De exemplu, majoritatea teoreticienilor îşi expun argumentaţia cu ajutorul matematicii. Dar ipotezele, pentru a fi luate în serios de comunitatea ştiinţifică, trebuie să conţină întotdeauna semînţele „falsificabilităţii" prin experiment şi observaţie.

Pentru a deveni teorie, o ipoteză trebuie să treacă prin mai multe teste. Trebuie să fie verificată prin experimente, efectuate nu doar de un singur savant care desfăşoară experimentele sau face observaţiile, ci şi de alţii care efectuează independent alte experimente şi fac alte observaţii. Abia cînd a fost consolidată de numeroase încercări şi evaluări, ipoteza poate fi adusă la cunoştinţa comunităţii ştiinţifice sau a publicului larg în calitate de „teorie"

Este important să reţinem că pînă şi o teorie poate fi supusă „falsificării" sau corectării. O bună teorie, de exemplu, va face posibile „prezicerile" – evenimente la care cei care o verifică se pot aştepta, ca un alt test al valabilităţii sale. Înainte ca teorii bine cunoscute precum teoria relativităţii a lui Einstein sau teoria evoluţionistă a lui Darwin să ajungă în manuale, ele au rezistat la toată gama de verificări în măsura în care au devenit instrumente de lucru productive pentru alţi oameni de ştiinţă. Dar în ştiinţă nici o teorie nu poate fi acceptată ca fiind complet „demonstrată" Ea trebuie să rămînă mereu deschisă unor verificări şi cercetări ulterioare, pe măsură ce apar noi fapte şi observaţii. Tocmai această insistenţă cu care se autocorectează ştiinţa o face să fie în acelaşi timp cea mai dificilă şi cea mai productivă dintre tentativele omenirii de a înţelege modul cum funcţionează natura. Acest tip de gîndire critică constituie elementul-cheie al activităţii ştiinţifice.

Versiunea caricaturală a omului de ştiinţă, portretizat ca un individ rigid, cu ochelari, îmbrăcat în halat alb, sigur pe infailibilitatea sa, e cît se poate de departe de adevăr. Oamenii de ştiinţă, atît bărbaţii cît şi femeile, sînt oameni la fel ca şi noi, sînt de toate rasele şi pot avea orice dimensiuni şi înfăţişări, să poarte ochelari sau nu. Ca grup, întrucît

metodologia lor se concentrează atît de mult asupra posibilității de a greși, dar și asupra gîndirii critice, ei sînt probabil mai conștienți decît noi, ceilalți, de cît de ușor este să te înșeli. Dar le place să aibă dreptate ori de cîte ori este posibil și să acționeze întru găsirea răspunsurilor corecte la întrebări. De obicei, acesta este motivul pentru care devin oameni de știință.

Această carte și celelalte patru din cadrul seriei „Pe umerii giganților", arată cum au dezvoltat oamenii acest sistem pentru a descoperi cum funcționează lumea înconjurătoare, folosindu-se atît de succese cît și de eșecuri. Vom analiza teoriile propuse de savanți, uneori corecte, alteori eronate. Și vom vedea cum am învățat să verificăm, să acceptăm și să construim pornind de la aceste teorii – sau să le corectăm, să le extindem, să le simplificăm.

Vom vedea totodată cum au învățat oamenii de știință din greșelile altora, fiind nevoiți uneori să se debaraseze de teorii care altădată păreau logice, dar mai tîrziu s-au dovedit a fi incorecte, înșelătoare, prea limitate sau neproductive. În toate aceste moduri, ei au construit pe umerii oamenilor de știință, giganții, care i-au precedat.

PARTEA I

PRECURSORII ȘTIINȚEI: DIN ANTICHITATE PÎNĂ ÎN EVUL MEDIU

CAPITOLUL 1

MOŞTENIREA LĂSATĂ DE POPOARELE ANTICE

S-a întîmplat ca şi cum cineva ar fi deschis brusc o fereastră şi ar fi lăsat să pătrundă aerul într-o încăpere închisă de multă vreme şi plină de mucegai. Cu aproape 2500 de ani în urmă, pe cînd briza proaspătă a Mediteranei răcorea clădirile potopite de soare din porturile Greciei antice, oamenii au început să privească lumea cu alţi ochi decît o făcuseră pînă atunci. Care a fost această nouă atitudine a grecilor antici – această remarcabilă ruptură faţă de ideile trecutului?

Astăzi, cînd ne referim la cei mai celebri dintre gînditorii Greciei antice îi numim *filozofi*, pornind de la înţelesul iniţial al cuvîntului, şi anume cei care iubesc şi caută cunoaşterea sau înţelepciunea. Contribuţia uriaşă adusă de aceşti gînditori a fost credinţa că oamenii obişnuiţi pot spera să înţeleagă cum funcţionează natura. Chiar dacă nouă, astăzi, această credinţă ni se pare fundamentală, ea a reprezentat un gest monumental şi de-a dreptul eroic de încredere în propriile posibilităţi din partea grecilor din antichitate. A fost prima scînteiere a ştiinţei – nu cea pe care o cunoaştem astăzi, ci precursoarea ei. Cei care au fost înaintea lor nici măcar n-au

îndrăznit să viseze că mintea omenească s-ar putea aventura în acest teritoriu, despre care se credea cîndva că este guvernat de toanele şi capriciile spiritelor şi zeilor.

Ce i-a îndemnat pe filozofii greci să facă un asemenea pas îndrăzneţ? De ce, într-un anumit moment al istoriei omenirii, au realizat ei această uriaşă schimbare de perspectivă care a deschis larg uşile cunoaşterii? Cine au fost precursorii lor, şi cum au pregătit terenul, şi în ce fel erau grecii diferiţi?

ÎNAINTEA GRECILOR: MĂSURĂTORI ŞI MITOLOGIE

Demult, cu mult înaintea oricărei civilizaţii despre care ne-au rămas dovezi, primele fiinţe omeneşti au început să pună întrebări esenţiale despre lumea înconjurătoare. Întrebări precum: Ce sînt acele puncte luminoase de pe cerul nopţii? Ce este noaptea şi de ce este ea diferită de ziuă? De ce cad copacii? Ce este focul şi de ce arde? De ce se ridică fumul şi de ce lemnul se transformă în cenuşă? Ce sînt oamenii şi ce sînt animalele, şi prin ce sînt oamenii diferiţi de animale? Cum se face că unele plante sînt comestibile, iar altele sînt otrăvitoare? Ce este viaţa? Ce este moartea? Sînt pietrele vii?

Şi au început să schiţeze răspunsuri bazîndu-se pe ceea ce credeau că văd. Cele mai timpurii şi mai primitive răspunsuri explicau majoritatea evenimentelor naturale – anotimpurile, vîntul, creşterea plantelor, inundaţiile provocate de rîuri – apelînd la spirite. Se credea că spiritele, deşi nevăzute, sălăşluiesc oriunde în natură – în stînci, în vînt, în nori, în rîuri. Ca şi oamenii, ele puteau fi fericite, mînioase, triste sau geloase. Un rîu se revărsa din albie pentru că spiritul sau

zeul rîului era supărat şi voia să pedepsească. De asemenea, spiritele puteau fi măgulite, convinse sau linguşite: ploaia uda lanurile de grîne deoarece zeii erau mulţumiţi sau fuseseră îmblînziţi.

În lunga istorie a începuturilor omenirii, lumea era în majoritatea cazurilor văzută ca fiind una a spiritelor sau a miturilor. Oamenii au dezvoltat sisteme prin care încercau să influenţeze lumea din jurul lor – să vindece boli, să pună capăt secetei, să cîştige războaiele sau să prevină inunda--ţiile – folosindu-se de magie pentru invocarea spiritelor sau a zeilor. Recurgeau la incantaţii sau la poţiuni. Făceau sacrificii. Şi uneori, ca urmare a unor coincidenţe, aceste metode păreau să dea rezultate. Ori de cîte ori se întîmpla acest lucru, viziunea „spiritistă" asupra lumii era consolidată. Atunci cînd metodele nu dădeau roade, oamenii erau tentaţi mai degrabă să creadă că greşiseră incantaţia sau poţiunea decît să se îndoiască de atotputernicia spiritelor.

Dar, în acelaşi timp, oamenii din antichitate au început să dezvolte şi alte instrumente pentru a stăpîni lumea înconjurătoare – instrumente care au funcţionat mai eficient. De-a lungul Epocii de piatră timpurii (în urmă cu aproximativ 2,4 milioane de ani), ei au început să modeleze materialele şi să-şi facă arme pentru vînătoare. În Neolitic, sau Noua epocă de piatră (cu circa 6000 pînă la 10 000 de ani în urmă) ei înţelegeau destule despre felul cum cresc plantele pentru a fi în stare să le cultive şi să le crească şi să-şi asigure hrana, astfel născîndu-se agricultura. Aceste progrese erau de natură pur practică – tehnologică, nu ştiinţifică –, dar se numără printre primele exemple de situaţii în care oamenii s-au folosit de logică pentru a pune cap la cap ideile cu scopul de a înţelege măcar o mică parte a lumii înconjurătoare.

Agricultura la scară mare a început atunci cînd, cam prin mileniul al IV-lea î.Hr., sumerienii din valea rîurilor Tigru şi Eufrat au legat pentru prima oară animalele la pluguri şi la căruţe cu roţi. Tot ei au construit şi primele ambarcaţiuni, ceea ce înseamnă că nu după mult timp au fost nevoiţi să pună la punct metode de navigaţie pe mări. Cu circa 5000 de ani în urmă, sumerienii aliau cuprul cu staniul pentru a obţine bronzul şi astfel s-a născut metalurgia. Între timp, egiptenii de pe Nil înregistrau şi ei cam aceleaşi elemente de progres.

În acele vremuri civilizaţia urbană exista în regiunile din jurul perimetrului mediteranean, iar comerţul şi cultura atinseseră o complexitate îndeajuns de mare pentru ca să fie nevoie de ţinerea unor evidenţe. Atît sumerienii cît şi egiptenii au dezvoltat sisteme numerice şi metode de ţinere a contabilităţii, sarcină ce revenea preoţilor administratori. Sumerienii au pus la punct o metodă cuneiformă de scriere pe tăbliţe de lut, în vreme ce egiptenii scriau hieroglife pe papirus. Ei au dezvoltat tabele matematice: de înmulţire, de împărţire, de ridicare a numerelor la pătrat şi de rădăcini pătrate.

Cu aproximativ 4000 de ani în urmă, un alt trib, babilonienii, a pus stăpînire pe Mesopotamia. O bună parte din sistemul calendaristic pe care-l folosim astăzi a fost conceput de babilonieni, în urma observării atente a Soarelui, a Lunii şi a planetelor. Motivaţiile lor au fost atît practice cît şi spirituale. Din punct de vedere practic ei aveau nevoie de o metodă de a urmări scurgerea timpului – pentru a anticipa schimbările anotimpurilor şi inundaţiile rîurilor. Interesul spiritual provenea din credinţa într-un sistem numit astrologie, care pornea de la premisa că poziţiile planetelor influenţează vieţile oamenilor. Observaţiile pe care babilonienii le-au făcut asupra cerului nopţii, avînd în vedere instrumentele de

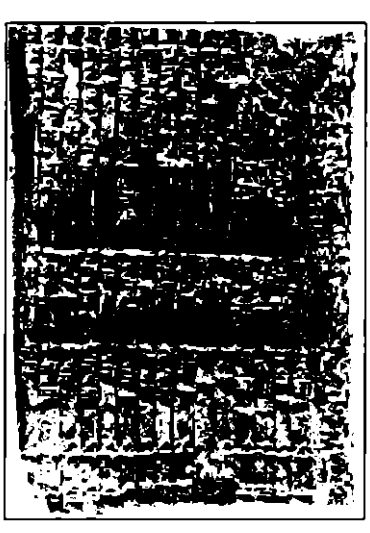
care dispuneau, au fost uluitor de corecte şi au fost foarte utile astronomilor de după ei.

Toate acestea s-au constituit, în sensul strict al cuvîntului, în elemente de tehnologie, nu de ştiinţă, ele constînd în dezvoltarea unor instrumente şi metode pentru ameliorarea condiţiilor de viaţă şi nu într-o cunoaştere de dragul cunoaşterii. Dar, în dezvoltarea acestor tehnologii, oamenii au pus la punct nişte instrumente pe care generaţiile ulterioare, chiar şi după cîteva mii de ani, aveau să le folosească pentru căutarea unor răspunsuri la întrebările legate de felul cum funcţionează lumea înconjurătoare.

Astăzi folosim atît de multe din aceste instrumente fără să ne mai gîndim la modul în care au fost create, încît e foarte uşor să trecem cu vederea progresele extraordinare pe care le-au realizat aceşti oameni. Orice copil de zece ani poate spune pe dinafară tabla înmulţirii. Dar cîţi dintre noi am putea concepe un sistem numeric care să funcţioneze? (O dovadă a dificultăţii acestei încercări este faptul că atît romanii cît şi egiptenii au conceput sisteme în care înmulţirea şi împărţirea erau operaţii foarte dificil de efectuat. Încercaţi să înmulţiţi VII cu XXXII.) Prima persoană care a creat bronzul sau fierul topit a ajuns, fără îndoială, să descopere procedeul ca urmare a experimentelor, observaţiilor şi raţionamentelor. Locuitorii din America Centrală au descoperit că puteau să elimine otrava din planta cassava şi să-i folosească tuberculii drept hrană, o dată otrava îndepărtată. Pentru a face această descoperire, şi aceşti oameni au trebuit să treacă printr-un proces de investigare şi să se folosească de logică, altfel spus, să parcurgă o parte din procesele pe care avea să se bazeze ştiinţa.

Dar naşterea ştiinţei mai avea încă mult de aşteptat. Pînă spre sfîrşitul Epocii bronzului (cam cu 5500 pînă la 3000 de ani în urmă) nimeni n-a depăşit faza dezvoltării instrumentelor inteligenţei practice, a sistemelor şi a tehnologiilor pentru conducerea civilizaţiilor pe care le-au clădit. Unii, asemenea babilonienilor, au făcut observaţii şi calcule excelente în slujba astrologiei. Dar cu toţii continuau să-şi bazeze în mare parte pe magie viziunea lor asupra lumii şi nimeni nu se întreba de ce şi nici nu căuta cauze naturale.

Pînă cînd o combinaţie de împrejurări şi evenimente a făcut posibilă dezvoltarea unui punct de vedere cu totul diferit. Cu circa 3300 de ani în urmă, în Fenicia au luat naştere alfabetele (unul bazat pe sistemul cuneiformelor babiloniene, celălalt pe hieroglifele egiptene), ceea ce a simplificat scrierea, precum şi cititul, permiţînd şi altor oameni, în afară de preoţi, să comunice prin intermediul cuvintelor scrise. De asemenea, cam cu 4000 de ani în urmă, în munţii Armeniei, un grup de oameni au pus la punct o metodă de obţinere a fierului prin topirea minereului de fier. Pe măsură ce această metodă de topire a fierului devenea tot mai curent folosită, după circa o mie de ani, unele din aceste triburi din nord au dobîndit putere militară (printre ele numărîndu-se şi grupul grecilor dorieni) şi au început să cucerească civilizaţiile Epocii bronzului.



Reproducere după o tăbliţă babiloniană

GRECII ANTICI: UN NOU MOD DE A PRIVI LUCRURILE

Triburile cunoscute sub numele de greci dorieni s-au revărsat în valuri dinspre nord şi nord-vest spre peninsula Macedonia (regiunea care astăzi este cunoscută sub numele de Grecia) şi spre regiunea din estul Mediteranei. Din cauza izolării comunităţilor pe care le-au format, sute de oraşe-state independente au apărut pe parcursul următoarelor secole. Aceste oraşe-state erau întrucîtva legate unele de altele, dar au avut libertatea să-şi formeze propriile guverne şi subculturi. Nici o autoritate centrală nu-şi impunea filozofia şi, chiar dacă preoţii şi preotesele erau consultaţi pentru preziceri şi sfaturi înţelepte, aceştia nu posedau imensa putere politică şi economică pe care omologii lor o aveau în alte părţi.

Peninsula macedoneană, cu numeroasele sale golfuleţe şi insule învecinate, era cît se poate de potrivită pentru dezvoltarea unei economii maritime, iar grecii au călătorit, au făcut comerţ şi au colonizat pe scară largă. Ei au căpătat astfel o percepţie spaţială a lumii din jurul lor – acel tip de gîndire geometrică asociată cu navigaţia şi călătoriile. Curînd au descoperit că lumea arăta cu totul altfel atunci cînd era privită din colţuri diferite ale Mediteranei. Unele lucruri pe care le-au văzut li s-au părut folositoare, altele nu, dar cum nu cunoşteau nici un fel de restricţie, erau liberi să aleagă ideile şi sistemele care păreau să funcţioneze cel mai bine şi să se debaraseze de rest.

Ca şi alte civilizaţii din antichitate, grecii au dezvoltat o mitologie complexă, populată de zei, zeiţe, nimfe, muze, moire şi alţi locuitori ai lumii spiritelor. Dar, spre deosebire de alte culturi, ei îi vedeau pe zeii lor ca fiind supuşi greşelilor,

nicidecum atotputernici şi atotştiutori. În consecinţă, gînditorii greci au fost poate mai puţin înclinaţi să se folosească de explicaţii supranaturale şi mai capabili, datorită experienţei căpătate pe mare şi în urma contactului cu alte civilizaţii, să caute explicaţii naturale.

Astfel, dat fiind că grecii nu aveau o autoritate centrală care să guverneze oraşele-state, precum şi datorită legăturilor cu alte culturi şi caracterului relativ deschis al sistemului lor mitologic, ei erau pregătiţi pentru o nouă modalitate de a privi lumea. Dar în acelaşi timp şi curiozitatea i-a determinat pe greci să facă trecerea de la explicaţiile mitologice la căutarea cunoaşterii. Ei au încercat să găsească modele repetitive în natură, o anumită ordine. „De ce?" li se părea a fi o întrebare bună deoarece le deschidea ochii, îi ajuta să caute aceste modele şi generalizări care să-i ajute să descopere ordinea din spatele tuturor variaţiilor aparente.

Nu toate aspectele modului în care grecii vedeau lumea erau productive. Aşa cum vom vedea, multe generaţii de gînditori de după greci nu au făcut, adesea, decît să urmeze îndeaproape căile bătătorite de aceştia. Cei mai mulţi dintre filozofii greci se bazau prea mult pe gîndirea subiectivă şi pe exerciţiile intelectuale şi prea puţin pe observaţie şi pe experiment. Conceptele lor îşi aveau în principal originea în propria lor minte: mai întîi dezvoltau idei despre felul cum ar trebui să funcţioneze natura şi pe urmă încercau să potrivească natura după ideile lor.

Dar ei ne-au dat prima poartă de acces spre lumea cauzelor naturale, o lume care putea fi explorată şi explicată, pe care oamenii o puteau înţelege – o lume înfăţişată prin simple analogii, nu prin dogme religioase sau superstiţii. Egiptenii, babilonienii şi ceilalţi care i-au precedat au dezvoltat instru-

mente matematice, au observat şi au tabelat evenimentele şi au păstrat evidenţe. Dar metoda lor se apropia mai mult de contabilitate şi ei şi-au orientat eforturile mai ales către ţinerea unor evidenţe. Grecii erau altfel. Ei doreau să caute cauzele dincolo de fapte şi au fost primii care au căutat cu consecvenţă cauze naturale, nu supranaturale, pentru a construi o cosmologie pornind de la aceste premise. Această simplă modificare a perspectivei avea să transforme complet felul în care oamenii priveau lumea.

Thales

Nu ştim prea multe lucruri despre primii filozofi greci. Cel mai cunoscut dintre ei, Thales din Milet, s-a născut, se pare, în jurul anului 624 î.Hr. şi a trăit în oraşul ionian Milet, pe coasta Anatoliei, astăzi coasta vestică a Turciei. Cea mai mare parte a cunoştinţelor noastre despre Thales provine din scrierile lui Aristotel şi a altor filozofi greci care au trăit cu circa două secole mai târziu. Se crede că Thales a fost negustor şi om de afaceri, că a călătorit mult şi că a trăit probabil un timp în Egipt. Thales este important deoarece este considerat ca fiind primul dintre filozofii greci care s-a îndepărtat de explicaţiile supranaturale în încercarea de a înţelege natura lumii înconjurătoare. Gîndirea lui Thales despre *natura* naturii l-a determinat să facă speculaţii despre una dintre cele mai vechi întrebări ştiinţifice: Din ce este alcătuită lumea? Concluzia lui, chiar dacă astăzi ni se pare naivă, este importantă, nu numai deoarece reprezintă o încercare de a vedea alcătuirea lumii ca pe ceva ce poate fi înţeles, dar şi pentru că Thales a încercat să vadă fiecare parte componentă a lumii ca fiind integrată într-un sistem alături de restul elementelor sale. Pământul, spunea Thales, pluteşte pe apă şi

toate părțile sale, tot ce îl alcătuiește, de la munți și cîmpii pînă la aer și cer, cuprinzînd și copacii și vietățile, sînt compuse de asemenea din diferite stări sau forme ale apei. Ideea lui Thales s-a dovedit a fi incorectă. Dar formulînd întrebarea și apoi încercînd să răspundă la ea, el a sărit peste abisul care separa vechea viziune mitologică asupra lumii ca să ajungă, ca un prim călător cunoscut vreodată, în lumea de astăzi a științei și cunoașterii.

Școala din Milet

Ca majoritatea filozofilor greci, Thales a avut o anumită influență asupra celor din jurul său. Cei mai cunoscuți dintre prozeliții săi, deși au mai fost fără doar și poate și alții, mai puțin celebri, au fost Anaximandru și Anaximene. Amîndoi erau tot din Milet și prin urmare, asemenea lui Thales, sînt cunoscuți ca membri ai Școlii din Milet. Se cunosc mult mai multe lucruri despre Anaximandru decît despre Anaximene, probabil pentru că Anaximandru, născut în jurul anului 610 î.Hr., a avut ambiția să scrie o cuprinzătoare istorie a universului. Așa cum avea să se întîmple și mai tîrziu cu o altă pereche maestru-discipol, și anume Platon și Aristotel, Anaximandru nu era de acord cu dascălul său, deși nutrea un mare respect pentru el. El se îndoia că lumea și tot ce cuprindea aceasta poate fi alcătuită din apă și a propus în schimb o substanță fără formă și neobservabilă pe care a numit-o *apeiron* și care, în concepția sa, era sursa întregii materii.

Totuși, cele mai importante contribuții ale lui Anaximandru s-au produs în alte domenii. Deși nu a acceptat ideea că apa ar fi elementul primordial, el credea totuși că toate formele de viață își au originea în mare și s-a numărat

astfel printre primii care au reflectat asupra acestei importante idei. Se crede că Anaximandru este primul învățat din istoria civilizației grecești care a trasat o hartă a lumii și de asemenea care a sesizat faptul că suprafața Pămîntului este curbată. El credea totuși că Pămîntul ar avea o formă cilindrică, spre deosebire de filozofii greci de mai tîrziu, care au susținut ideea unei forme sferice. Anaximandros, observînd mișcarea boltei cerești din jurul Stelei Polare, a fost probabil primul dintre filozofii greci care a descris cerul ca pe o sferă ce înconjura în întregime Pămîntul – o idee care, dezvoltată ulterior, avea să provoace complicații uriașe în astronomie pînă la nașterea revoluției științifice din secolul al XVII-lea.

Din nefericire, cea mai mare parte a istoriei universului scrisă de Anaximandru s-a pierdut, doar cîteva fragmente supraviețuind pînă astăzi. Puține lucruri se cunosc despre celelalte idei ale sale. La fel de păcat este că nici din opera scrisă a lui Anaximene, care se poate să fi fost elevul său, n-a rămas mare lucru. Tot ce putem spune cu siguranță despre Anaximene, care s-a născut probabil în jurul anului 570 î.Hr., este faptul că, pășind pe urmele lui Anaximandru, nici el nu a fost de acord cu mentorul său. În concepția lui Anaximene, lumea nu era compusă nici din apă, nici din apeiron, ci aerul era elementul fundamental al universului. Comprimat, el devenea apă și pămînt, iar cînd era rarefiat sau subțiat se încălzea ca să devină foc. Nu se cunosc prea multe alte lucruri despre Anaximene, dar este posibil ca el, de asemenea, să fi fost primul care a studiat curcubeele și a făcut speculații cu privire la originea lor mai degrabă naturală decît supranaturală. Despre el se crede că a fost primul grec care a sesizat diferențele dintre planete, identificînd, de exemplu, caracteristicile distincte ale planetelor Marte și Venus.

O dată ce le-au fost deschise porțile de către Thales și alți filozofi din Milet, gînditorii greci au început să reflecteze asupra naturii universului. E important să ne amintim totuși că această pasionantă explozie de activitate intelectuală a fost în cea mai mare parte pur creativă. Grecii, de la Thales pînă la Platon și Aristotel, au fost filozofi, nu oameni de știință. Oricine poate să creeze „idei" despre natura și structura universului, de exemplu, și de multe ori aceste idei pot fi atît de coerente și de complex structurate, sau doar atît de „evidente", încît să poată părea convingătoare pentru mulți oameni. Cu toate acestea, o teorie „științifică" despre univers cere mult mai mult decît feluritele observații și analogii care au fost întreținute pentru a forma sistemele de raționamente, oricît de atent construite și care în cele din urmă au culminat cu modelul impus de Aristotel asupra lumii. Esențial este că fără experimente și fără o testare obiectivă și critică a teoriilor lor – concepte necunoscute grecilor – ei nu puteau să spere decît să ajungă, în cel mai bun caz, la o teorie speculativă coerentă care să respecte bazele rațiunii și să îi satisfacă necesitățile.

Pitagora

„Toate lucrurile sînt numere", a spus cîndva Pitagora. Și în ciuda unor credințe mistice și bizare pe care el le nutrea cu privire la numere, lui îi datorăm enorm pentru insistența cu care a susținut faptul că putem începe să înțelegem lumea cu ajutorul matematicii.

Născut în Samos în jurul anului 560 î.Hr., Pitagora a fost un matematician strălucit și excentric, și totodată un filozof și lider religios care, după ce a migrat în Croton în sudul Italiei de astăzi, a fondat un cult dedicat matematicii și

misticismului. Este dificil astăzi de decelat între ceea ce a spus şi a crezut cu adevărat însuşi Pitagora şi cele inventate de discipolii săi. Celebra Teoremă a lui Pitagora, atît de cunoscută de la orele de geometrie – într-un triunghi dreptunghic, pătratul ipotenuzei este egal cu suma pătratelor catetelor – se poate să fi fost demonstrată de el sau de unul dintre discipolii lui. Dar într-atît de secretă era natura cultului său încît este greu de depistat originea chiar şi a acestei importante descoperiri. Oricum, Pitagora este creditat în general cu fundamentarea ideii că geometria este o secvenţă de propoziţii conectate logic.

În speculaţiile sale cu privire la natura universului, Pitagora a susţinut că centrul lumii nu este Pămîntul, ci o sferă de foc în jurul căreia se învîrteşte Pămîntul. Nu putem vedea această sferă de foc, spunea Pitagora, deoarece partea Pămîntului pe care ne aflăm noi este în permanenţă orientată opus acesteia. În tot cazul, lumina Soarelui ar fi o reflexie a acelui foc. Pămîntul însuşi, afirmau pitagoricienii, este o sferă înconjurată de un univers sferic. Pitagoricienii au mai arătat că Soarele, Luna şi planetele se mişcă diferit faţă de stele şi că se află în mod evident la distanţe diferite faţă de Pămînt. Mişcările Pămîntului, precum şi cele ale stelelor, credeau pitagoricienii, descriu cercuri perfect uniforme, respectînd un model geometric perfect şi frumos. În mod paradoxal, deşi au sesizat corect natura diferită a planetelor şi a stelelor, tocmai credinţa lor în mişcarea circulară a corpurilor cereşti şi în forma sferică a universului care înconjoară Pămîntul avea să provoace multe confuzii în astronomie, care vor persista pînă în secolul al XVII-lea.

Nu toate gîndurile grecilor animaţi de curiozitate intelectuală erau îndreptate spre natura materiei şi forma cerurilor.

Alcmaeon, născut în Croton în jurul anului 530 î.Hr., a fost unul din discipolii lui Pitagora care şi-a îndreptat interesul spre medicină. Dat fiind că grecii manifestau un interes sănătos pentru medicină precum şi o tendinţă spre ipohondrie, era destul de lucru pentru un medic bun, iar politicile privitoare la condiţiile în care cineva putea să practice medicina erau destul de liberale. Deşi superstiţia continua să joace un rol important în practica acelor medici care îi tratau pe cei din clasele sărace şi lipsite de privilegii, mulţi medici greci s-au aplecat către un studiu mai realist şi mai practic al metodelor de tratament.

Deşi împărtăşea o parte din ideile mistice ale pitagoricienilor, Alcmaeon a fost printre primii care au făcut disecţii pe cadavre de oameni sau animale în scopul unic al cercetării anatomice. El a semnalat existenţa nervului optic în interiorul ochiului şi tubul (numit astăzi trompa lui Eustache) care face legătura între ureche şi gură. Este posibil ca tot el să fi sesizat diferenţele dintre artere şi vene, iar studiile sale medicale l-au condus spre convingerea că, după toate probabilităţile, creierul este centrul activităţii intelectuale, o idee care avea să fie acceptată abia după multă vreme.

Heraclit

Era inevitabil ca toate aceste studii de „filozofie naturală", sau a naturii, să nu-i facă pe unii greci să mediteze la semnificaţia pe care o aveau toate acestea pentru omul obişnuit. Heraclit, născut în apropiere de Milet cam pe la anul 540 î.Hr., şi-a cîştigat reputaţia de „filozoful care plînge" datorită viziunii sale pesimiste conform căreia nimic în viaţă nu este permanent şi că toate se află într-o permanentă stare de schimbare, nelăsînd nimic pe care să se poată bizui cineva.

Principalul element, spunea Heraclit, este focul, aflat într-o continuă schimbare şi susţinînd schimbarea în toate celelalte lucruri. Pînă şi Soarele, spunea Heraclit, nu este acelaşi cu Soarele văzut ieri, ci unul nou şi diferit, care la rîndul lui se va schimba mîine şi va fi înlocuit de un altul.

Anaxagora

Născut în apropiere de Milet în jurul anului 500 î.Hr., Anaxagora a avut o viziune asupra cosmosului mult mai puţin sceptică. Ultimul dintre marii filozofi proveniţi din tradiţia ioniană a lui Thales, Anaxagora, şi-a răspîndit învăţătura la Atena cam pe la anul 460 î.Hr. Un raţionalist convins, care se opunea oricărei forme de misticism, fie că era vorba de vechiul misticism al zeilor sau de misticismul mai nou al pitagoricienilor, Anaxagora avea totodată să devină primul filozof important care a fost persecutat pentru ideile sale.

El socotea că Soarele ar fi o gigantică piatră incandescentă, iar Luna ar fi iluminată de reflexiile Soarelui. Într-o viziune care i-a şocat pe mulţi dintre contemporanii săi, care elogiau perfecţiunea şi puritatea cerurilor, el a mai sugerat că Luna însăşi seamănă mult cu Pămîntul, inclusiv în privinţa munţilor şi a văilor, şi ar putea fi chiar locuită. Tot el a explicat, destul de exact, fazele Lunii precum şi eclipsele, atît cele de Lună cît şi cele de Soare, punîndu-le pe seama deplasărilor acestor două corpuri. Stelele şi planetele, spunea el, sînt nişte pietre cuprinse de flăcări, foarte asemănătoare cu Soarele.

Acestea erau nişte idei de o violenţă deosebită pentru Atena, care era conservatoare din punct de vedere religios, şi, de parcă n-ar fi fost de ajuns, Anaxagora mai susţinea şi că universul nu a fost creat de zeităţi, ci s-a născut din haosul

unor „semințe" ordonate de o „minte" abstractă printr-o mișcare de rotație. Așadar, explica el, toate corpurile cerești au fost create în același timp cu Pământul și prin urmare Pământul și cerurile sînt compuse din aceleași materiale.

Asta era deja prea mult, chiar și pentru grecii care se obișnuiseră cu asemenea speculații intelectuale din partea filozofilor lor. Chiar dacă filozofii puteau să explice multe lucruri, grecii continuau să creadă în zeii lor și în perfecțiunea cerurilor. După ce și-a împărtășit învățătura vreme de treizeci de ani, contribuind esențial la consolidarea reputației Atenei ca un centru intelectual al Greciei, Anaxagora a fost judecat pentru impietate.

Procesul n-a durat mult. Cu ajutorul unor prieteni influenți care i-au luat apărarea, el a fost achitat. Cu toate acestea, o epocă luase sfîrșit. Temîndu-se să nu fie adus din nou în fața tribunalului, Anaxagora a fugit din Atena pentru a se refugia într-o regiune rurală, unde a murit după șase ani. Deși cîțiva dintre discipolii lui au continuat să studieze problemele filozofiei naturale, orientarea filozofică a Atenei s-a îndepărtat de misterele naturii. Sub îndrumarea lui Socrate (născut în jurul anului 470 î.Hr.), gînditorii au început să sondeze în schimb problemele comportamentului uman și ale filozofiei morale.

Raționaliștii și atomiștii

În afara Atenei, filozofia naturală continua să se dezvolte. Una dintre cele mai interesante școli care s-au ivit în urma exploziei de activitate intelectuală ce a caracterizat Grecia antică a fost cea inițiată de Democrit, născut în jurul anului 470 î.Hr. Democrit, care și-a preluat nucleul ideilor de la dascălul său, Leucip (cca 490 – 430 î.Hr.), despre care se

cunosc puține lucruri, a promovat o viziune asupra universului care, deși se baza pe pură imaginație și speculație, era surprinzător de modernă în numeroase aspecte.

Democrit era de acord cu o parte dintre ceilalți raționaliști care susțineau că Luna ar putea fi un corp ceresc cu munți și văi, asemenea Pământului. Iar despre Calea Lactee a presupus că ar putea foarte bine să fie o aglomerare imensă de stele. Mai importantă totuși a fost supoziția sa conform căreia lumea, cu tot ce se află în ea, inclusiv ființele omenești, ar fi compusă din colecții de particule infinitezimale și invizibile, care ar fi dure și indestructibile. Acești atomi, cum i-a numit el (de la termenul grecesc *atomos*, însemnînd „indivizibil") ar avea formă, masă și mișcare, deplasîndu-se prin spațiul gol. Alte calități, precum mirosul, culoarea sau aroma le-ar fi atribuite atomilor de către observatori. El a mai argumentat totodată că universul însuși ar fi luat naștere dintr-un uriaș vortex rotitor de asemenea atomi și că un număr infinit de lumi ar fi fost creat într-o manieră asemănătoare.

Atomii, conform teoriei lui Democrit, ar fi indestructibili, eterni și neschimbători. Toate schimbările din natură nu ar însemna altceva decît reuniri sau separări ale unor mase de astfel de atomi. Mai mult decît atît, spunea Democrit, pînă și mintea omenească și, mai uluitor, zeii înșiși, dacă există, ar fi compuși din acești atomi.

Din cîte cunoaștem acum, a fost o teorie bună dar, asemenea altor teorii ale grecilor, era pură speculație. Și, lipsită de orice modalitate de confirmare sau de infirmare, teoria atomistă nu a avut mai multă greutate decît oricare dintre zecile de astfel de teorii care circulau în Grecia acelei perioade. În plus, un argument important împotriva ei în optica opiniei publice era că o viziune atît de mecanicistă despre

univers nu mai lăsa nici un pic de loc sau de raţiune existenţei zeilor. Acest aspect al atomismului a devenit şi mai limpede în secolul următor în scrierile filozofului Epicur (născut în anul 341 î.Hr.). La vremea sa, Democrit, care nu suporta superstiţiile, combătuse şi el viaţa de după viaţă şi susţinuse că singurul arbitru al binelui şi răului în privinţa acţiunilor omeneşti ar trebui să fie conştiinţa umană. A fost un subiect pe care Epicur l-a argumentat în secolul al IV-lea î.Hr. şi care nu i-a adus popularitate nici lui Democrit şi nici lui Epicur printre contemporanii lor conservatori şi religioşi. Atomismul a avut puţini susţinători înainte sau după Epicur, în afară de filozoful şi poetul roman Lucretius (născut la Roma în jurul anului 95 î.Hr.), iar teoria atomică a lui Democrit a fost condamnată la uitare pînă la reînvierea ei de către John Dalton în secolul al XIX-lea.

Aristotel şi „de ce se întîmplă lucrurile"

În domeniul ştiinţei, Aristotel a fost de departe cel mai important dintre filozofii greci. Un om animat de o vastă curiozitate şi cu un intelect capabil să cuprindă arii largi, el a dezvoltat concepte la un nivel mai avansat decît oricine înaintea sa. A fost primul gînditor consemnat de istorie care a conceput un sistem integrat pentru a explica modul de funcţionare a tuturor elementelor universului. O mulţime de lucruri le-a gîndit eronat – iar teoriile sale au avut multe „găuri" de care gînditorii de mai tîrziu s-au împiedicat –, dar trebuie să i se recunoască meritul de a fi făcut prima mare tentativă de a explica la modul general cum funcţionează lumea şi cosmosul.

Născut în anul 384 î. Hr. în Stagira, aproape de Macedonia, pe coasta nordică a Mării Egee, Aristotel a

devenit tutore al lui Alexandru cel Mare și elev al lui Platon (născut la Atena în jurul anului 427 î.Hr.). Ca învățat de frunte al Academiei lui Platon din Atena, el a preluat bogata moștenire a gîndirii platonice, clădită pe învățăturile dascălului lui Platon, Socrate. Dar Platon și elevii săi s-au concentrat asupra filozofiei morale și etice, subliniind importanța armoniei și în special a unui anume gen de armonie matematică. Platon nu credea în ceea ce vedea. Realitatea primară, considera el, rezidă în sfera matematicii, a formelor și a ideilor, mai degrabă decît în experiențele pur senzoriale.

Pentru Aristotel, observația – și nu abstracțiunile matematicii – constituia instrumentul ideal pentru înțelegerea realității. (Așa cum s-a dovedit ulterior, atît Platon cît și Aristotel aveau parțial dreptate: și matematica și observația au constituit instrumente importante în dezvoltarea științei.) Aristotel credea că oricare ar fi prezența divină care ar exista în univers, aceasta ar trebui să fie o formă de intelect pur. El considera că cea mai importantă ocupație a omenirii este folosirea gîndirii, iar cel mai bun lucru pe care ar putea să-l facă cineva este să caute cauzele naturale, folosindu-se de observația obiectivă ca instrument principal. Dar, în pofida acestor idei, Aristotel și-a construit mărețul edificiu al modelului său asupra lumii bazîndu-se nu atît pe observație, cît pe căutarea intelectuală a răspunsului la întrebarea „De ce este totul aici?" El a început prin a presupune că totul are un scop, ca și cum ar fi controlat de un plan principal, și că totul funcționează în așa fel încît să servească scopului său final predeterminat. Cunoscută sub denumirea de teleologie, această importantă magistrală a filozofiei aristoteliene s-a dovedit din păcate a fi un drum înfundat pe care oamenii de știință l-au străbătut secole de-a rîndul după aceea.

Aristotel, cel mai celebru şi mai influent dintre toţi gînditorii Greciei antice

În domeniile botanicii şi biologiei, Aristotel a făcut numeroase observaţii exacte (el a fost primul care a clasificat delfinii ca mamifere, de exemplu), dar şi cîteva presupuneri greşite (el credea că inima este locul unde se desfăşoară activitatea intelectuală a omului, iar creierul doar un organ care serveşte la răcirea sîngelui). O importanţă mai palpabilă pentru cei care aveau să-i calce pe urme au avut-o ideile sale despre o ierarhie sau un gen de „scară" a vieţii în care toate vieţuitoare, de la viermi la oameni, au un loc bine stabilit. În opinia lui Aristotel, omul se află în vîrful scării, iar toate celelalte forme posibile de viaţă ocupă locuri inferioare într-o ordine descrescătoare a perfecţiunii. Scara lui Aristotel era un continuum de reprezentări ale tuturor formelor posibile de viaţă, dar el nu şi-a imaginat că acestea evoluează în vreun fel anume şi nici că ar fi evoluat vreodată.

Unele dintre cele mai durabile idei ale lui Aristotel au fost cele din domeniile cosmologiei şi fizicii. Stelele şi planetele ar fi, conform lui Aristotel, purtate de sfere care se rotesc în jurul Pământului, la rîndul său o sferă situată în centrul Universului. Nu era o idee nouă. Eudoxus, un alt elev al lui Platon, a fost primul care s-a străduit să explice mişcările stelelor şi ale planetelor, o problemă extrem de încurcată pentru antici. Din momentul în care grecii au început să supună judecăţii raţionale toate observaţiile – fără să mai recurgă la explicaţiile legate de magie sau de lumea spiritelor –, mişcările observate pe cer ridicau o mare problemă. Platon i-a provocat pe studenţii săi să descopere prin ce fel de sistem ordonat s-ar putea explica mişcările acelor obiecte în jurul Pământului şi „să facă economie la capitolul fenomene" (adică, să reconcilieze teoria cu observaţiile). Privind la cer de pe Pământ şi presupunînd că Soarele, Luna, planetele şi stelele s-ar roti în jurul Pământului, observatorii se confruntau cu numeroase enigme. De ce traiectoria Soarelui le apărea ca neregulată? De ce Luna are mai multe faze? De ce planetele par să se mişte de la est la vest şi uneori, dintr-o dată, parcă s-ar mişca în direcţie opusă (fenomen cunoscut sub numele de „mişcare retrogradă")? Eudoxus a fost primul care a conceput un sistem ce părea funcţional – sau aproape funcţional. Stelele, spunea el, pot fi concepute ca atîrnînd de suprafaţa interioară a unei sfere uriaşe şi întunecate ce înconjoară Pământul. Această sferă face o rotaţie completă într-o zi în jurul Pământului de la est la vest pe o axă orientată de la nord la sud. În interiorul său se mişcă planetele, învăluite de nişte sfere transparente – cîte patru pentru fiecare planetă. Acestea se rotesc pe axe diferite şi cu viteze diferite, chiar dacă sînt constante. Prin calcule minu-

ţioase, Eudoxus a dezvoltat un sistem complex de peste două duzini de asemenea sfere pentru a explica fenomenele observate, cum ar fi mişcările ciclice ale stelelor, traiectoriile zilnice ale Soarelui şi Lunii, ciclul lunar al Lunii şi eclipsele periodice. Dar pentru Eudoxus aceste sfere erau un fel de construcţii matematice abstracte, concepute ca parte a viziunii lui Platon asupra lumii bazată pe armonie, pe convingerea sa că viaţa şi totul în univers ar fi un fel de cerc nesfîrşit.

Aristotel a consolidat ideea de univers finit, alcătuit din sfere rotitoare cuibărite una într-alta, despre care el credea că ar conţine întreaga materie. Dar el nu a fost satisfăcut de acest model deoarece nu oferea o explicaţie asupra cauzelor. Aşa încît a conceput aceste sfere concentrice, nu doar ca pe o explicaţie matematică, ci ca pe o maşinărie reală, cu sfere compuse dintr-un material transparent, un soi de substanţă cristalină pe care a denumit-o eter. Planetele erau alcătuite din mase de eter strălucitor. Şi, întrucît credea că „natura urăşte vidul", el s-a gîndit că spaţiul dintre sfere ar fi şi el umplut de eter sub formă de vapori. Sferei exterioare, cea care conţinea stelele, i-a atribuit funcţia de „sursă de mişcare principală" pentru toate celelalte planete. Pentru a explica neregularităţile traiectoriilor planetare, el a sugerat că ar trebui să existe nişte sfere suplimentare care ar controla mişcările planetelor, localizate între sferele planetare ale lui Eudoxus, unele mişcîndu-se în direcţii opuse faţă de celelalte şi cu viteze diferite. Întregul sistem, incluzînd sferele ce înconjurau Soarele, Luna şi stelele, cuprindea acum un total de 55 de sfere. Aristotel ajunsese la punctul în care singura modalitate pe care a văzut-o pentru a salva integritatea sistemului său a fost să facă explicaţiile sale complexe şi mai complexe încă, violînd astfel una dintre primele reguli ale ştiinţei adevărate,

așa cum le cunoaștem noi astăzi: trebuie aleasă cea mai simplă explicație care se dovedește validă. Dar a fost explicația cea mai bună pe care a putut-o oferi, iar viziunea aceasta a lui Aristotel despre sferele cuibărite în interiorul altor sfere a persistat pînă în Evul Mediu, fiind considerată punctul central al perspectivei medievale asupra universului.

Aristotel mai credea că în cosmosul ceresc totul ar fi nepieritor, fără început și fără sfîrșit – etern, pașnic și perfect (deoarece acolo nu se observau mai deloc schimbări), în vreme ce pe Pămînt totul este schimbător și corupt. În ceruri, toate mișcările sînt circulare, și prin urmare armonioase și perfecte. Pe Pămînt mișcarea poate fi liniară și violentă. În consecință, cerurile trebuie să aibă proprietăți diferite față de Pămînt, iar mișcările din cosmos trebuie să fie guvernate de legi diferite.

Pe Pămînt, explica el, materia este divizată în patru elemente diferite: pămînt, foc, apă și aer. Fiecare dintre aceste elemente se mișcă astfel încît să revină la starea sa naturală – în felul acesta s-ar explica de ce obiectele cad pe Pămînt, de ce apa „își găsește propriul nivel", de ce aerul se împrăștie în spațiul din jurul lui și de ce flăcările saltă în sus. El mai credea că toate aceste elemente ar putea fi transmutate, sau schimbate, dintr-unul într-altul. Această teorie a furnizat ulterior justificarea filozofică pentru alchimie, „știința" medievală de transformare a unor materiale în aur.

Încă o dată, multe din aceste explicații păreau să se lege între ele, dar exista un defect major în această schemă a lucrurilor pe care Aristotel n-a explicat-o niciodată în mod satisfăcător: mișcarea proiectilelor. Dacă asupra ei nu acționează nici o forță, o piatră va rămîne în repaus sau se va deplasa spre centrul Pămîntului. Dar ce se întîmplă cu

mişcarea unei pietre pe care o arunci cu mîna sau cu o praştie? De ce, dacă lucrurile tind să revină la starea lor naturală, piatra aruncată se va deplasa orizontal pe o distanţă oarecare înainte de a cădea pe Pămînt? Aristotel a încercat să-şi ajusteze teoria spunînd că aerul dislocat de proiectil asigură un impuls orizontal din momentul în care proiectilul părăseşte forţa care l-a pus în mişcare. Probabil că nici Aristotel n-a fost întru totul încîntat de această explicaţie, dar n-a putut găsi altceva mai bun care să se potrivească cu restul sistemului său teoretic. Această problemă, numită uneori „problema săgeţii" sau „problema proiectilului", constituie un bun exemplu despre felul în care un mic element care nu se potriveşte poate fi simptomul unor deficienţe mai mari în cadrul unui sistem care altfel pare a fi o bună explicaţie despre felul cum funcţionează lucrurile. Dar nimeni nu avea să găsească o cale de a rezolva această problemă pînă în vremea lui Galilei, cu circa 1900 de ani mai tîrziu.

CAPITOLUL 2

DE LA ARISTOTEL LA EVUL MEDIU (322 î.Hr. – 1449 d.Hr.)

Cu Aristotel, filozofia greacă şi-a atins apogeul. După moartea, în anul 323 î.Hr., a celui mai celebru dintre elevii săi, Alexandru cel Mare (care a încercat să cucerească în mod fizic aceeaşi lume pe care Aristotel s-a străduit s-o cucerească din punct de vedere intelectual), perioada glorioasă a Greciei antice a luat sfîrşit. Totuşi, în marşul său triumfal, Alexandru cel Mare a răspîndit tot ce era mai bun în cultura greacă în teritoriul pe care acum îl cunoaştem ca Lumea Elenistică, în cadrul acestui proces înfiinţînd şi celebrul oraş Alexandria din Egipt. Acolo şi-a găsit gîndirea grecească ultima fază a perioadei sale de înflorire, înlesnită de existenţa magnificei Biblioteci din Alexandria, pînă la distrugerea acesteia survenită în anul 48 î.Hr. Geometria greacă a atins punctul culminant o dată cu opera strălucită a lui Euclid (cca 325 – cca 270 î.Hr.) şi Apollonius din Perga (cca 262 – cca190 î.Hr.). Şi, cu toate că puţine au mai fost încercările atît de ambiţioase şi de atotcuprinzătoare ca a lui Aristotel de a înţelege natura, activitatea începută în Grecia clasică a continuat în domenii mai specializate.

O dată cu grecii antici, roţile mecanismelor de deplasare spre ştiinţa modernă au fost puse în mişcare.

ARISTARH DIN SAMOS, HIPARH ŞI PTOLEMEU

În domeniul astronomiei, Aristarh din Samos (cca 310–cca 230 î.Hr.) şi Hiparh (cca 190 – cca 120 î.Hr.) au continuat cercetările lui Aristotel privind natura cosmosului. O dată cu Ptolemeu (cca 100 – cca 170 e.n.) aceste cercetări aveau să fie dezvoltate într-un sistem care, deşi incorect, va rezista de-a lungul Evului Mediu pînă în perioada Renaşterii şi a revoluţiei ştiinţifice din secolele al XVI-lea şi al XVII-lea.

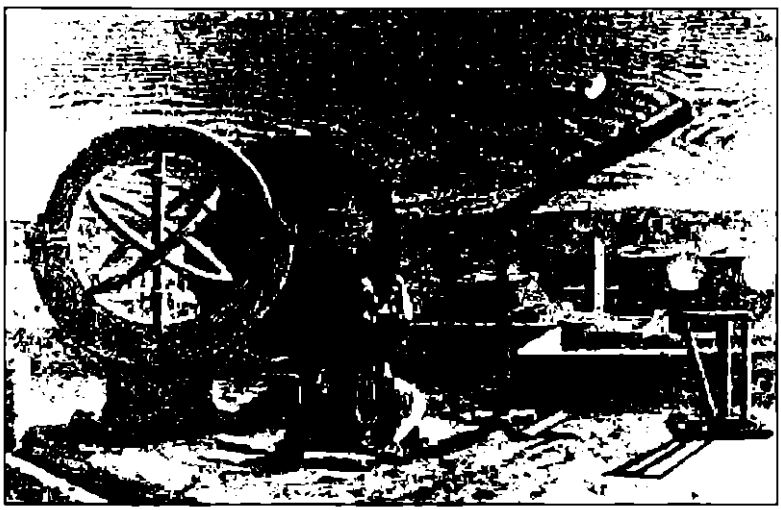
Deşi doar o mică parte din opera lui Aristarh a supravieţuit pînă astăzi şi se cunosc puţine lucruri despre viaţa lui personală, ştim totuşi că a fost un matematician strălucit care s-a născut în Samos şi a murit în Alexandria cam prin anul 230 î.Hr. El şi-a petrecut o mare parte din viaţă studiind cerul şi a postulat că Soarele ar fi o imensă sferă de foc, cam de douăzeci de ori mai mare decît Luna şi de vreo douăzeci de ori mai depărtată de Pămînt, în comparaţie cu Luna. Dimensiunile apreciate de el erau mult prea mici, dar raţionamentul său a fost atît de exact încît mulţi oameni de ştiinţă de astăzi sînt convinşi că dacă Aristarh ar fi avut posibilitatea să lucreze cu nişte instrumente moderne ar fi obţinut rezultate mult mai corecte. În multe privinţe un om născut la un moment nepotrivit, Aristarh a mai ajuns, printre altele, şi la concluzia că Aristotel s-a înşelat: Soarele şi stelele nu se rotesc în jurul Pămîntului, ci Pămîntul, Luna şi planetele se rotesc în jurul Soarelui. Aceasta a fost o observaţie inspirată, dar din nefericire nu a reuşit să găsească o modalitate de a-şi dovedi supoziţia şi astfel n-a putut să contracareze senzaţia majorităţii oamenilor că dacă Pămîntul s-ar mişca într-adevăr, acest lucru ar trebui să se simtă într-un fel sau altul.

ASTROLOGIA

Practicarea astrologiei a început cu peste 3000 de ani în urmă în Babilonia antică. A început într-o vreme cînd majoritatea oamenilor credeau că planetele de pe cer ar fi, după caz, zeii înşişi, sau locuinţele zeilor, sau ar ilustra personalităţile divine. Oamenii credeau că, prin studierea mişcării planetelor şi a modului în care păreau să interacţioneze, ar putea prezice influenţa zeilor asupra lumii noastre. La început, ei credeau că aceste influenţe se limitau numai la regi şi la regate. Începînd însă cu grecii şi cu zeii lor mult mai „umani", astrologii au început să creadă că astrologia ar putea prezice şi influenţele exercitate de planete asupra oamenilor de rînd. Inutil de precizat că această extindere a astrologiei la fiinţele omeneşti obişnuite a adus acesteia o mult mai mare popularitate şi a ajuns să fie practicată de gînditori greci importanţi precum Hiparh şi Ptolemeu. De fapt, o mare parte din realizările grecilor în studiul cerului şi al mişcării planetelor au fost obţinute în tentativa de a identifica o parte dintre corpurile cereşti şi de a le înţelege mai corect mişcările cu scopul de a face predicţii astrologice.

Astrologia a cunoscut un declin în Evul Mediu, în principal din cauza opoziţiei exercitate de Biserica creştină. Dar ca nu a fost niciodată înăbuşită şi în perioada Renaşterii şi a Reformei a devenit din nou foarte populară, fiind susţinută de mulţi învăţaţi şi chiar de universităţi. Totuşi, o dată cu revoluţia ştiinţifică, descoperirile unor mari gînditori precum Kepler şi Newton au demonstrat că cerul nu era un domeniu privilegiat, ci se supunea aceloraşi legi fizice care operau şi pe Pămînt. Din acel moment, cea mai mare parte a savanţilor şi a oamenilor educaţi au început să se dezică de astrologie.

Cu toate acestea, astăzi astrologia a rămas o superstiție în care cred mulți oameni.

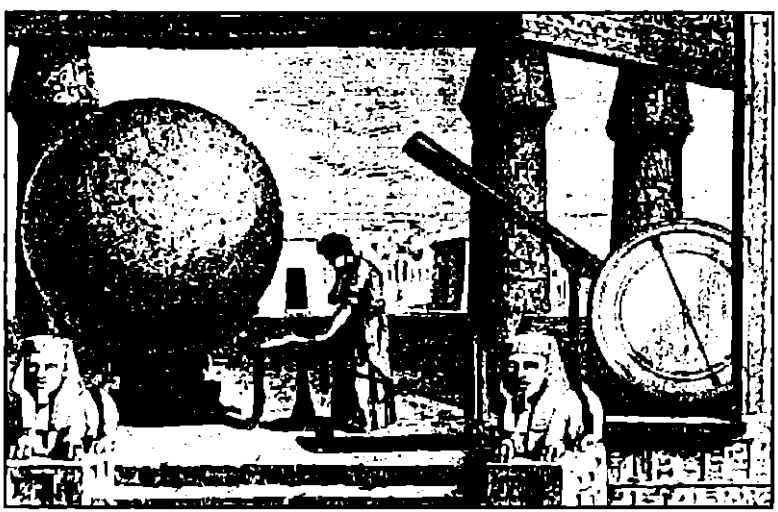


Hiparh la observatorul din Alexandria

Hiparh, socotit adesea cel mai mare dintre astronomii greci, a păstrat părerea lui Aristotel că Pământul și nu Soarele ar fi centrul universului. Pornind de la diversele activități de observație a astrelor desfășurate în Turcia și pe insula Rhodos, el a tras mai multe concluzii importante asupra stelelor și a compilat unul dintre primele cataloage stelare exacte. Mai importantă pentru istoria științei a fost încercarea lui Hiparh de a explica de ce ceea ce a văzut cînd a observat cerul nu s-a potrivit cu părerea lui Aristotel conform căreia corpurile cerești se mișcă în jurul Pământului pe orbite circulare perfecte. De exemplu, dacă planetele se deplasează pe același tip de traiectorie simplă ca și Soarele, de ce dau impresia

uneori că rătăcesc la întîmplare pe cer? În definitiv, cuvîntul *planetă* înseamnă „rătăcitor" Ca o soluție, Hiparh a sugerat că Soarele și Luna călătoresc în jurul Pămîntului pe orbite circulare excentrice față de Pămînt, cu alte cuvinte, nu se deplasează în jurul centrului planetei noastre. Iar planetele, mai propunea el, ar efectua mici mișcări ca niște bucle în timp ce se deplasează pe marile traiectorii circumterestre. Aceste mici cercuri suprapuse peste cercurile mari au fost denumite de el epicicluri. A fost o idee care, după ce a fost preluată de către Ptolemeu două secole mai tîrziu, a dominat gîndirea astronomică vreme de multe secole.

Dacă Hiparh a fost cel mai mare astronom grec, Ptolemeu a fost cel care, încorporînd multe din conceptele lui Hiparh și sintetizînd ideile multor altora, a dat numele său unui sistem care avea să dăinuie pînă cînd Copernic îl va răsturna în 1543.



Ptolemeu, înfățișat aici în observatorul său, a dezvoltat concepția lui Aristotel despre univers în secolul al II-lea d.Hr., iar sistemul ptolemeic a fost acceptat vreme de secole în lumea întreagă

Născut sub numele de Claudius Ptolemaeus în jurul anului 100 d.Hr., în Egipt după cît se știe, Ptolemeu se pare că a fost ori grec, ori egiptean – nimeni nu poate preciza cu exactitate. (Dar nu a fost membru al familiei regale egiptene a Ptolemeilor care a domnit pînă cu puțin înainte de nașterea sa.) El și-a prezentat imaginea asupra universului în cartea care astăzi este cunoscută sub titlul *Almagest*, în care a sintetizat cea mai mare parte a rezultatelor gîndirii Greciei antice cu privire la mișcările de pe cer. În concepția lui Ptolemeu, Pămîntul ar fi o sferă localizată în centrul universului. Planetele cunoscute, precum și Soarele și Luna, în ordinea crescătoare a distanței față de Pămînt – Luna, Venus, Mercur, Soarele, Marte, Jupiter și Saturn – s-ar deplasa toate într-o combinație de cercuri și epicicluri în jurul Pămîntului. Spre deosebire de Aristotel, Ptolemeu pare să fi imaginat sferele care înconjoară planetele nu ca pe niște obiecte reale, ci doar ca pe o reprezentare matematică și vizuală convenabilă. Dacă Ptolemeu s-ar fi gîndit la sfere ca la niște obiecte reale, atunci ar fi trebuit să vină cu o explicație fantezistă despre modul în care micile sale „bucle" ar putea să interacționeze cu ele. În orice caz, mulți dintre cei care au acceptat sistemul ptolemeic au *continuat* să se gîndească la sferele lui Aristotel ca la niște obiecte reale, acceptînd în același timp ipoteza Hiparh-Ptolemeu despre epicicluri. Inutil de precizat, o anumită clarificare și o gîndire mai limpede se impuneau cu necesitate, dar în ciuda neajunsurilor sale evidente, sistemul ptolemeic a rămas viziunea standard asupra lumii vreme de cîteva secole.

Care a fost motivul pentru care, deși au fost propuse și viziuni alternative asupra universului, precum cea a lui Aristarh, sistemele imaginate de Aristotel și Ptolemeu au cucerit acceptarea generală și au influențat o vreme atît de

îndelungată gîndirea unui număr atît de mare de oameni? Pentru a înțelege acest lucru este important să ne amintim că prin intermediul sistemului său riguros gîndit Aristotel a explicat mai toate misterele naturii, spre satisfacția grecilor antici. Și, mai important, sistemul său a oferit ceea ce ar putea fi considerat o explicație de un sănătos „bun-simț" bazată pe observații simple și evidente pentru cele mai multe dintre răspunsurile sale. Oricine poate să vadă cum cad pietrele, cum se ridică fumul sau cum Soarele și Luna se rotesc în jurul Pămîntului. Teleologia sa satisfăcea nevoia omenească de a găsi scopul și semnificația celor ce se petrec în univers, iar cerul și sferele sale perfecte ofereau un gen de frumusețe armonioasă mai presus de imperfecțiunile lumii terestre.

Majoritatea problemelor, cel puțin pentru astronomi, au apărut atunci cînd au încercat să facă observații și predicții exacte pornind de la învățăturile lui Aristotel. Lucrurile nu funcționau întotdeauna așa cum trebuia. Tocmai această problemă a abordat-o Ptolemeu. Cum se poate păstra spiritul sistemului aristotelic și în același timp să se ajungă la predicții mai precise privind mișcările planetare? *Almagest* era o lucrare înțesată de matematică și calculele riguroase făcute de Ptolemeu au luat în considerare majoritatea fenomenelor. Ea a corectat numeroase probleme și a oferit un instrument mai util cu care astronomii și astrologii puteau să lucreze.

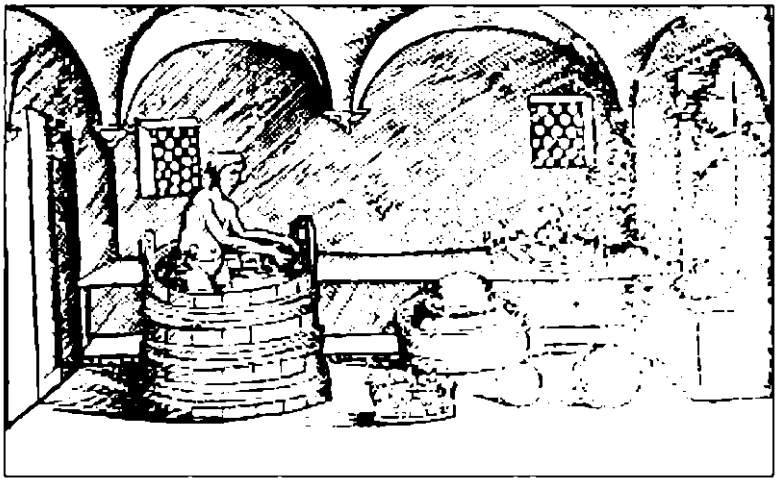
Așa s-a întîmplat că lucrarea lui Ptolemeu a constituit ultima luare de poziție importantă privind mișcările celeste vreme de aproape 14 secole. În momentul morții sale, epoca magnifică a culturii elenistice clasice era de mult sfîrșită. Epoca romană, care a început o dată cu domnia lui Octavian Augustus în anul 27 î.Hr., a fost pentru mult timp una de o prosperitate agresivă, dar mintea romanilor era mai înclinată

spre chestiuni practice cum ar fi ingineria, finanțele și guvernarea, decît spre dezvoltarea științei. O dată cu căderea Romei în secolul al V-lea, a urmat un lung declin al civilizației și spiritului occidental, în timpul căruia științele naturale au cunoscut o stagnare prelungită. Și totuși, nu a fost totul pierdut. În pofida distrugerii magnificei biblioteci din Alexandria, mare parte din opera scrisă a lui Aristotel, precum și alte lucrări din perioada greco-romană, s-au păstrat, mai ales prin intermediul erudiților arabi. Și, pe măsură ce civilizația începea încet să se reclădească în timpul Evului Mediu, aproximativ între anii 500 și 1500, învățăturile lui Aristotel, Ptolemeu și ale altor antici au fost readuse la lumină.

ARHIMEDE

Probabil cel mai mare „savant lucrător" și matematician al antichității, Arhimede s-a născut în jurul anului 287 î.Hr. în Siracuza, Sicilia. Arhimede a avut numeroase contribuții originale în geometrie, dar spre deosebire de mulți alți antici, el a fost totodată un gînditor practic, deschis spre experiment, și și-a îndreptat inteligența și ingeniozitatea spre rezolvarea multor probleme atît de natură științifică cît și de natură inginerească.

Pe lîngă realizările matematice cum ar fi calcularea valorii lui π (raportul dintre lungimea circumferinței unui cerc și diametrul său) mai exact decît oricare alt matematician din lumea antică, el iubea totodată dispozitivele mecanice. Se relatează despre el că ar fi inventat sau perfecționat multe mașini de război, inclusiv catapulta și, după cum spune legenda, o oglindă special construită pe care o folosea ca să



Arhimede a fost unul dintre primii oameni de știință cunoscuți care și-au verificat ipotezele cu ajutorul experiențelor

îndrepte razele soarelui asupra pînzelor navelor de război inamice care astfel luau foc.

El a fost primul care a oferit o relatare sistematică asupra determinărilor centrului de greutate, elaborînd în detaliu principiul pîrghiilor. „Dați-mi un punct de sprijin și voi putea răsturna planeta", se relatează că ar fi spus Arhimede cu referire la modul cum înțelegea el funcționarea pîrghiilor. Iar faimosul episod cînd Arhimede alerga gol-pușcă pe străzile Siracuzei strigînd „Eureka!" se pare că a avut loc după ce a descoperit, în baie fiind, principiul conform căruia corpurile scufundate dislocă un volum de lichid egal cu propriul lor volum diminuîndu-și greutatea cu o cantitate egală cu masa lichidului dislocat.

Chiar dacă vestitul șurub al lui Arhimede, un cilindru elicoidal, gol pe dinăuntru, care pompa apa în sus atunci cînd era rotit, a fost „împrumutat" de el de la egiptenii antici,

puțini sînt cei care se îndoiesc de faptul că el a fost una dintre cele mai capabile minți științifice și inginerești din lumea greco-romană antică.

Celebru chiar și în perioada cînd a trăit, Arhimede a fost ucis în anul 212 î.Hr. în timpul cuceririi de către romani a Siracuzei. În conformitate cu legenda, generalul roman aflat la comanda trupelor a ordonat soldaților săi ca atunci cînd îl găsesc pe Arhimede să nu-i facă nici un rău și să-l trateze cu respect. Arhimede a fost descoperit în momentul în care tocmai trasa o diagramă geometrică pe nisip, orașul din jurul lui fiind cuprins de flăcări. Se pare că l-a împins nerăbdător la o parte pe soldatul roman, întorcîndu-se la problema sa. Romanul, la fel de nerăbdător, a scos sabia și a pus capăt vieții lui Arhimede. Auzind de acest gest, care exemplifica atît de limpede stupiditatea războiului, comandanții romani i-au organizat lui Arhimede o ceremonie funerară oficială, cu toate onorurile.

Combinînd accentul pus pe matematică în spiritul lui Platon cu raționamentul fizic al lui Aristotel, Arhimede ar fi putut aduce o contribuție chiar mai mare la înțelegerea de către omenire a legilor naturii. Impactul său l-ar fi putut egala pe cel avut de gîndirea lui Galilei, după aproape două mii de ani.

EPOCA SCOLASTICĂ

Această revigorare nu s-a produs cu ușurință. Pe parcursul îndelungatei strădanii a Bisericii creștine de a păstra unită lumea occidentală în timpul secolelor de tulburări, aceasta a dobîndit o mare putere și un control considerabil

asupra minții majorității gînditorilor occidentali. Şi, deşi multe aspecte ale filozofiei aristotelice se potriveau cu doctrina oficială a Bisericii, au fost şi alte puncte care intrau în contradicție în mod dramatic şi incomod. Averroes (1126–1198), filozoful arabo-spaniol – şi cel mai important reprezentant al gîndirii aristotelice din lumea islamică – considera că atît religia cît şi filozofia naturală sînt modalități importante de căutare a adevărului, dar se îndoia că cele două laturi s-ar putea reuni vreodată într-un singur sistem. Pe la mijlocul secolului al XVIII-lea, ideile aristoteliene şi-au consolidat într-o asemenea măsură poziția în universitățile creştine încît Toma d'Aquino (1225–1274), tulburat de discrepanțele dintre gîndirea aristoteliană şi cea oficială a Bisericii, a încercat să reunească cele două componente într-un singur sistem cuprinzător. După o muncă îndelungată de interpretare a lui Aristotel, Toma d'Aquino a ajuns la o soluție. Deşi i-a deranjat pe unii dintre cei mai „puriști" adepți ai lui Aristotel, ideile sale au reuşit să-i mulțumească îndeajuns de mult pe oficialii Bisericii încît să se ridice la rangul de doctrină oficială. În interpretarea lui d'Aquino, de exemplu, „Mobilul primordial" al lui Aristotel putea fi identificat cu „Dumnezeu" Cerul era perfect şi armonios, iar mişcarea sferelor aristotelice putea fi văzută ca fiind consecința voinței îngerilor. Pentru o mare parte din creştinătate (dar nu pentru toată) Pămîntul era văzut în Evul Mediu nu sferic, ci plat, iar crearea sa era imaginată exact aşa cum scrie în Biblie.

ÎNVĂȚAȚII ISLAMICI ȘI TRADIȚIA ARISTOTELIANĂ

Învățații arabi precum Averroes au jucat un rol esențial în dezvoltarea științei în Evul Mediu, nu numai prin intermediul propriilor lor contribuții, dar și prin faptul că au păstrat și au transmis mai departe cunoștințele. În centre izolate și îndepărtate precum Bagdad și Damasc în Orientul Mijlociu, Cairo în Egipt și Cordoba în Spania, arabii au adoptat cu entuziasm tradiția științifică greacă și au conservat scrierile lui Aristotel, ca și pe cele ale colegilor și discipolilor acestuia, precum și ale multor alți gînditori greci. Iar în secolele al XII-lea și al XIII-lea, multe lucrări de știință de origine greacă au ajuns în mîinile gînditorilor vest-europeni în timpul contactelor dintre musulmani și creștini din Spania și Sicilia și au fost traduse din arabă în latină (limba științifică universală din Europa acelor timpuri). Cu toate că cele mai importante și mai influente traduceri ale lui Aristotel au fost făcute direct din greacă în latină, arabii au avut o contribuție relevantă prin păstrarea a numeroase scrieri care altfel se pierduseră în timpul invaziilor distrugătoare ale barbarilor în Europa Occidentală și Alexandria.

Fără îndoială, învățații arabi au contribuit totodată la marea adulație de care se bucura Aristotel în Evul Mediu, ei considerînd ideile acestuia drept fundamentul întregii cunoașteri despre lumea naturală. Așa cum spunea Averroes, Aristotel „a cuprins adevărul în întregime – prin asta înțelegînd cantitatea pe care natura umană, în măsura în care este umană, este capabilă să o cuprindă". A fost o idee împărtășită și propagată răspicat și îndelung de către învățații medievali din mănăstiri și instituțiile de învățămînt din întreaga Europă.

Nu numai operele lui Aristotel şi Ptolemeu au fost ridicate la rangul de dogmă în Evul Mediu. În domeniul ştiinţelor vieţii, opera lui Galen (cca 130 – cca 200 d.Hr.) în medicină precum şi cea a lui Dioscoride (în jurul anului 50 d.Hr.) şi a lui Pliniu (29–79 d.Hr.) au devenit şi ele nişte puncte de referinţă standard şi dogmatice.

Galen, cel mai celebru medic al grecilor după Hippocrat, şi-a practicat profesia la Roma, sub domnia lui Marc Aureliu şi a succesorilor acestuia. Chiar dacă i s-a îngăduit să practice disecţii numai pe porci şi alte animale, el a scris pe larg despre anatomia omului. Galen a fost primul care a identificat mai mulţi muşchi şi printre primii care au demonstrat importanţa coloanei vertebrale. Mare parte din opera lui Galen a supravieţuit şi, deşi a conceput de multe ori lucrurile în mod greşit, a devenit la fel ca şi Aristotel o autoritate respectată şi necontestată pentru cei care se luptau să reaprindă luminile cunoaşterii umane.

Dioscoride, un medic grec care l-a precedat pe Galen, a scris prima farmacopedie (un catalog al medicamentelor utile, cuprinzînd şi indicaţii privind modul de preparare a acestora), *De materia medica*, care a supravieţuit pînă în Evul Mediu. Iar Pliniu, numit Pliniu cel Bătrîn pentru a fi deosebit de nepotul său, Pliniu cel Tînăr, oratorul roman, a compus un catalog de 37 de volume ale minunilor naturii şi animalelor, intitulat *Naturalis Historia*. Cunoscută astăzi simplu ca *Istoria naturală* a lui Pliniu, lucrarea conţine numeroase descrieri utile precum şi multe erori de-a dreptul absurde prin simplismul lor. Ca şi operele lui Aristotel, Dioscoride şi Galen, şi aceasta a devenit venerată în epoca scolastică a Evului Mediu ca avînd cuvîntul final asupra acestui subiect – ca reprezentînd înţelepciunea incontestabilă a anticilor.

Este uşor astăzi să privim înapoi cu frustrare la o mare parte din ceea ce au gîndit (sau nu) „scolasticii" în ultima parte a Evului Mediu. O mare parte din ea pare de-a dreptul caraghioasă, şi a părut stupidă chiar şi pentru anumiţi critici din acea perioadă. Multe ore au fost irosite cu cercetarea şi interpretarea cărţilor Greciei antice în loc să se caute răspunsuri direct în natură. Unul dintre critici, de exemplu, s-a arătat nemulţumit de faptul că unii dintre contemporanii săi erau în stare să se certe zile în şir pe tema „cîţi dinţi are un cal", invocînd o autoritate antică după alta, cînd tot ce aveau de făcut era să se ducă să se uite în gura unui cal. Dar este important să ne amintim că gîndirea originală în filozofia naturală a fost aproape complet absentă în perioada cuprinsă între sfîrşitul epocii greco-romane la finele secolului al VI-lea şi epoca scolastică derulată între secolele X şi XV. În această lume nouă care lua naştere, dominată de Biserica creştină şi relaţia sa incomodă cu ceea ce astăzi numim ştiinţă, multe bariere au existat în minţile oamenilor cu privire la modalitatea cea mai potrivită de a studia ceea ce se considera a fi „lumea lui Dumnezeu" Şi nu trebuie uitat că o mare parte dintre scolastici nu erau altceva decît nişte învăţaţi, oameni ai cărţilor şi literelor, care considerau că datoria lor era să păstreze, să înţeleagă şi să menţină vie gîndirea anticilor care compuseseră acele cărţi minunate. Într-o perioadă în care universităţile creştine şi doctrinele oficiale ale Bisericii controlau cea mai mare parte a procesului de instruire şi a gîndirii cărturarilor, era dificil pentru cei care practicau alte profesii – astronomi, medici şi aşa mai departe –, să scape de legăturile cu credinţele trecutului îndepărtat, mai ales ţinînd seama de faptul că atît de multe dintre acele credinţe fuseseră asimilate de către doctrina oficială a puternicei Biserici creştine.

Astfel, în vreme ce unii oameni (precum Roger Bacon, Jean Buridan, William de Ockham, Nicolas de Cusa şi alţii despre care veţi mai auzi pe parcursul acestei cărţi) au obiectat şi au pus la îndoială autoritatea definitivă a grecilor antici, cea mai mare parte dintre gînditorii Evului Mediu erau mulţumiţi să creadă pur şi simplu în lumea pe care o moşteniseră. După anii de întuneric barbar care au domnit peste lumea occidentală după căderea Romei, luminile, li se părea acestora, mai puteau încă să ardă. Ideile marilor greci supraviețuiseră. Pînă şi acest lucru, în sine, trebuie să fi părut un fel de miracol. Cine atunci putea să pună sub semnul îndoielii ceea ce fusese, cu siguranţă, atît de perfect stabilit înainte? Pentru gînditorii acelor vremuri era de ajuns să facă gesturi de veneraţie la picioarele giganţilor greci. Alţii aveau să fie aceia care să se urce pe umerii aceloraşi giganţi şi să vadă lumea mult mai clar.

ŞTIINŢA ÎN INDIA ŞI CHINA

Dezvoltarea timpurie a ştiinţei nu s-a restrîns nicidecum la cîteva comunităţi răspîndite pe ţărmurile Mediteranei. În acelaşi timp, alte culturi au ajuns şi ele la unele rezultate majore în ştiinţă şi tehnologie, unele dintre ele revărsîndu-se în creuzetul de instrumente intelectuale, idei şi teorii care în cele din urmă au provocat revoluţia ştiinţifică din Europa Occidentală. Un exemplu strălucit în acest sens îl constituie aşa-numitele numerale arabe, iniţial concepute de hinduşii din India, pe baza sistemului zecimal folosit încă din perioada Vedică, cea mai timpurie din istoria hindusă, în jurul anului 1500 î.Hr. Sistemul numeric abstract al hinduşilor a fost transferat în Europa medievală de către învăţaţii arabi, care deja îl foloseau.

Învățații hinduși au excelat și în studiul limbajului, al structurării și al dezvoltării sale, iar lingvistica a devenit pentru știința hindusă ceea ce matematica și geometria au însemnat pentru știința greacă: un izvor nesecat al gîndirii logice și al explorării. Hindușii au mai explorat domeniile matematicii, cum ar fi algebra, cu succes. Ei au dezvoltat sisteme vaste ale cunoașterii și teoriei în îngrijirea sănătății și în medicină. Hindușii vedeau corpul omenesc ca o îmbinare a cinci elemente (foarte asemănătoare cu elementele grecilor) și anume eter, aer, foc, apă și pămînt, iar ființa umană era martorul conștient din interior. Problemele de sănătate erau provocate atunci cînd elementele aer, foc și apă (rebotezate vînt, bilă și flegmă) ieșeau din echilibrul corpului. Hindușii au dezvoltat metode fitoterapeutice și chirurgicale ca parte a tradiției ayurvedice (bazată pe *Ayurveda*, scrisă cu circa 2900 de ani în urmă), care căuta să restabilească echilibrul dintre elemente în organism. Ei au recunoscut atomismul ca principiu de bază al materiei încă de acum 2500 de ani, chiar dacă în alte privințe nu au manifestat niciodată un interes prea mare pentru fizică. Totuși, cea mai mare parte a realizărilor științifice ale Indiei au rămas izolate pe teritoriul subcontinentului și nu au influențat prea mult dezvoltarea științei în restul lumii.

China a obținut încă de timpuriu realizări prodigioase în știință și, mai ales, în tehnologie -- adesea cu mult înaintea descoperirilor similare făcute în Vest. Dar, cu puține excepții, din cauza izolării sale geografice (mari lanțuri muntoase pe uscat și mări practic de nestrăbătut acționînd ca bariere naturale), cele mai multe invenții și descoperiri făcute de chinezi nu s-au infiltrat în gîndirea occidentală decît după revoluția științifică din Europa Occidentală.

Cei mai mulți învățați atribuie chinezilor inventarea hîrtiei, a prafului de pușcă și a busolei magnetice, toate acestea fiind importate în Vest. Ei au realizat nenumărate alte progrese în tehnologie și agricultură, excelînd totodată în mai multe domenii ale științei, dobîndind deprinderi rafinate în arta observării, în logică și matematică, precum și în colectarea și organizarea informațiilor.

De exemplu, chinezii au făcut observații astronomice la un nivel superior, încă de timpuriu și destul de dese. Astronomii chinezi observau în mod regulat și consemnau novele și supernovele (strălucire bruscă – de unde și *nova*, „nou" – a stelelor pe cerul nopții provocată de explozii care produc uriașe cantități de gaz strălucitor), inclusiv supernovele din anii 1006, 1054, 1572 și 1604. Cea mai mare parte dintre acestea au fost complet ignorate sau ratate de către astronomii europeni, care erau atît de atașați de ideea lui Aristotel că cerul ar fi perfect încît nu a existat, de exemplu, nici o consemnare a marii supernove din 1054 în afară de cele ale japonezilor și chinezilor. Tot chinezii au fost primii care au catalogat sistematic stelele de pe cer. Iar geografii chinezi au realizat unele dintre primele hărți exacte, tradiția lor în cartografierea științifică precedînd-o cu mult pe cea din Occident, unde credințele religioase tindeau să înăbușe reprezentările exacte. Încă din anul 100 d.Hr., Chang Heng (Zhang Heng) a introdus un sistem de caroiaj pentru cartografiere care a sporit mult exactitatea. Înregistrări de date meteorologice, deși aproximative, datează încă din anul 1216 î.Hr., iar prin secolul al XII-lea d.Hr., geologul chinez Chu Hsi (Zhu Xi) a stabilit că munții sînt mase de teren ridicate care cîndva formau funduri de mare – un fapt care nu a fost recunoscut în Vest pînă în secolul al XIX-lea.

Dar abia după secolul al XVII-lea, cînd progresele înregistrate în navigaţie au făcut o breşă în starea de izolare a Chinei, restul lumii a putut să profite de realizările ştiinţifice chineze. Din acel moment, ambele tradiţii se vor contopi în cele din urmă într-o ştiinţă mondială. În orice caz, înainte de acest moment, din motive care nu sînt clare, China nu a trecut printr-un proces similar cu revoluţia ştiinţifică din Europa. Probabil că marea „zdruncinare" a viziunilor asupra lumii, care a devenit Renaşterea, Reforma şi naşterea ştiinţei moderne în Europa de Vest, a necesitat o combinaţie exactă de factori care s-a întîmplat să apară prima oară în Italia, apoi mai tîrziu în Franţa şi restul Europei Occidentale şi în Anglia între secolele al XIV-lea şi al XVII-lea. În orice caz, ceea ce s-a întîmplat acolo de-a lungul timpului avea să schimbe pentru totdeauna modul în care oamenii privesc lumea care-i înconjoară şi explorează felul cum funcţionează.

PARTEA A II-A

ȘTIINȚELE FIZICE

CAPITOLUL 3

UNIVERSUL ÎNTORS CU SUSUL ÎN JOS: COPERNIC, TYCHO ŞI KEPLER

În mijlocul a toate tronează Soarele.
Nicolaus Copernic

Sfîrşitul secolului al XV-lea şi începutul secolului al XVI-lea au fost vremuri minunate pentru cărturari. Exploratorii şi aventurierii străbăteau lumile cunoscute şi necunoscute şi trimiteau acasă poveştile isprăvilor lor. Artiştii, scriitorii şi filozofii lucrau de zor. Era epoca unor giganţi multi-talentaţi precum Leonardo da Vinci (1452–1519) şi Michelangelo (1475–1564). Pe străzi şi prin taverne, studenţii discutau despre vremurile glorioase ale antichităţii clasice şi, eliberaţi de filozofiile stagnante ale perioadei medievale, au început să privească plini de entuziasm spre viitor.

Lumi noi se întrezăreau la orizont, şi domenii noi ale cercetării se prefigurau în faţa lor. Era ca şi cum lumea se trezea la viaţă după un somn îndelungat, într-un viitor luminos. Aşa cum le place oamenilor de ştiinţă să spună, toate paradigmele păreau să se schimbe. Cu alte cuvinte, siste-

Nicolaus Copernic

mele folosite de oameni pentru a interconecta faptele şi teoriile – care cîndva păruseră atît de rezonabile şi de certe – acum păreau tot atît de instabile ca nişte dune de nisip.

Aceasta era lumea agitată în care pătrundea Nicolaus Copernic în 1491, cînd şi-a început studenţia la Universitatea din Cracovia, în Polonia. În anul de dinaintea celebrei călătorii a lui Cristofor Columb, Copernic pornea în propria sa călătorie, într-o lume nouă a cunoaşterii şi descoperirilor intelectuale care pentru el a fost deosebit de captivantă, aşa cum este viaţa oricărui lup de mare care explorează ţărmuri necunoscute.

COPERNIC ŞI NAŞTEREA UNEI REVOLUŢII

Niklas Koppernigk s-a născut la 19 februarie 1473 în oraşul Torun, un centru comercial situat în centrul teritoriului actual al Poloniei. Tatăl lui era un angrosist de cupru

(îndeletnicire de la care este posibil ca familia sa să-şi fi tras şi numele) din Cracovia, iar mama lui, Barbara Waczenrode, provenea dintr-o respectată familie germană de prin partea locului. Cînd Niklas, cel mai mic dintre cei patru copii, ajungea la vîrsta de 10 ani, amîndoi părinţii lui muriseră deja, iar unchiul lui, în vîrstă de 36 de ani, Lucas Waczenrode, a devenit tutorele copiilor orfani. Chiar dacă moartea părinţilor trebuie să fi însemnat o tragedie personală profundă pentru micul Niklas, trecerea sub tutela unchiului său a avut consecinţe uriaşe. Este greu de spus ce viaţă ar fi avut Niklas dacă părinţii i-ar fi rămas în viaţă. Respectînd tradiţiile vremurilor, probabil că i-ar fi urmat tatălui său în treburile negustoreşti. Dar sub tutela unchiului său s-a deschis o lume de posibilităţi întru totul diferită.

Lucas Waczenrode, un învăţat care a studiat la Cracovia, Leipzig şi Praga, primind doctoratul în legea canonică cu distincţie de onoare de la Universitatea din Bologna, a devenit episcop de Ermland (sau Varmia), un mic principat la Marea Baltică, în 1489. Înţelegînd importanţa învăţăturii şi avînd destule resurse financiare şi prestigiu social pentru a-şi ajuta rudele primite în grijă, Waczenrode i-a încurajat pe Niklas şi pe fratele acestuia, Andreas, să se ducă la Universitatea din Cracovia, lucru pe care l-au făcut amîndoi la doi ani după ce unchiul lor a devenit episcop. Cînd Niklas împlinea 22 de ani, unchiul lui i-a asigurat un post pe viaţă de preot la Catedrala Frauenburg. Slujba însemna pentru Niklas un venit bun asigurat pentru tot restul vieţii. Şi cu toate că avea unele însărcinări de îndeplinit, postul nu solicita prezenţa lui continuă, aşa că a obţinut o serie de învoiri şi a reuşit să-şi continue studiile academice vreme de peste doisprezece ani. La un moment dat, în timpul studenţiei, Niklas Koppernigk

şi-a latinizat numele în Nicolaus Copernicus – un ritual foarte răspîndit printre studenţii acelor vremuri, o modalitate de a proclama respectul pentru trecutul clasic şi fraternitatea intelectuală dintre ei.

Nicolaus Copernic era un tînăr stăpînit de o permanentă neliniştе intelectuală, cu o înclinaţie înnăscută spre a crea noi idei, iar în perioada de înflorire a Renaşterii el a avut ocazia să şi le pună în valoare. S-a adaptat rapid la viaţa universitară, cumpărînd cu aviditate cărţi (o nouă şi minunată posibilitate apărută o dată cu inventarea tiparului) şi participînd la cursurile valoroasei şcoli de matematică şi astronomie. A explorat ideile umaniste provenite din Italia care începeau să cîştige teren în faţa rigidelor dogme scolastice care circulau în Cracovia. Atras de lumina strălucitoare a creativităţii intelectuale a Italiei, în 1496 Copernic s-a mutat la Universitatea din Bologna, iar ulterior a studiat la Padova şi Ferrara. În Italia el a pătruns mai adînc în lumea umaniştilor eruditi, o lume plină de studenţi care călătoreau de la o universitate la alta şi scriau scrisori lungi, într-un stil elegant, despre filozofie, artă şi viaţă. Aceste scrisori erau adesеori distribuite ca broşuri şi citite cu aviditate de către ceilalţi studenţi. Iar tînărul Copernic era unul dintre ei, un nomad intelectual, devorînd cunoştinţele căpătate în acest centru al umanismului animat de o viaţă agitată şi interesantă. El a studiat legea canonică fără să uite de primele sale iubiri, astronomia şi matematica, precum şi istoria greacă, medicina, filozofia şi dreptul roman. La Bologna a avut şansa să studieze cu Domenico Maria da Novara (1454–1504), unul dintre cei mai mari astronomi ai vremii. Fără să se mulţumească doar cu postura de student, Copernic a lucrat se pare şi ca asistent, locuind probabil în casa profesorului

său. Zilele acestea de studenție au prefigurat marele rol pe care el avea să-l joace în cadrul revoluției științifice.

Deși Copernic a studiat și legea canonică și medicina, încă din zilele petrecute la Universitatea din Cracovia prima sa dragoste a fost astronomia. A citit toate cărțile pe care le-a găsit despre acest subiect și a profitat de fiecare prilej pe care l-a avut de a învăța despre metodele de observație așa cum erau ele practicate în acele vremuri. La Bologna, sub îndrumarea mentorului său, Novara, el a făcut prima sa observație astronomică consemnată în documente.

Fiind un cititor și gînditor cu spirit critic, studiile astronomice ale lui Copernic l-au adus nu după mult timp în situația de a fi nemulțumit de numeroasele inadvertențe ale modelului ptolemeic (geocentric) asupra universului. Așa după cum și alți astronomi începuseră să sublinieze, sistemul lui Ptolemeu făcea prea multe predicții care nu corespundeau cu observațiile lor reale. Erorile ajungeau de multe ori la cîteva ore, ba chiar zile. Mulți au început să suspecteze că ceva nu era în regulă cu acest sistem complex și întortocheat de sfere și epicicluri.

Mai mult, în acea vreme, în sudul Europei avea loc o intensă revitalizare a platonismului, cu accentul pus pe matematică, simplitate și perfecțiune. Novara, dascălul lui Copernic, se număra printre susținătorii cei mai fervenți ai platonismului. Un îndrăgostit de simplitatea și frumusețea matematică a concepției platoniciene nu putea să găsească cine știe ce armonie sau grație în sistemul complicat și greoi al lui Ptolemeu. Copernic a început după cît se pare încă de timpuriu să se gîndească la o concepție nouă, mai simplă, asupra structurii universului: un sistem heliocentric, cu

Soarele în centru şi Pămîntul împreună cu celelalte planete rotindu-se pe orbite care îl înconjoară.

Firește, el nu a fost primul care s-a gîndit la așa ceva. Mai mulți dintre grecii antici promovaseră idei similare, printre ei numărîndu-se şi Pitagora şi Aristarh din Samos. Dar sistemul complex al lui Ptolemeu, cu Pămîntul în centru, fusese acceptat şi considerat un adevăr absolut vreme de peste 1300 de ani. Sistemul ptolemeic se potrivea totodată şi cu teologia creştină, care considera oamenii ca fiind piesa centrală a creației, făcuți după chipul şi asemănarea lui Dumnezeu. Era deci cît se poate de justificată convingerea că Pămîntul, planeta care îi găzduieşte pe oameni, ar deține un loc atît de privilegiat. Şi, din punct de vedere intuitiv, părea corect pentru oricine privea cerul nopții şi vedea felul cum toate obiectele cereşti păreau să se deplaseze pe boltă.

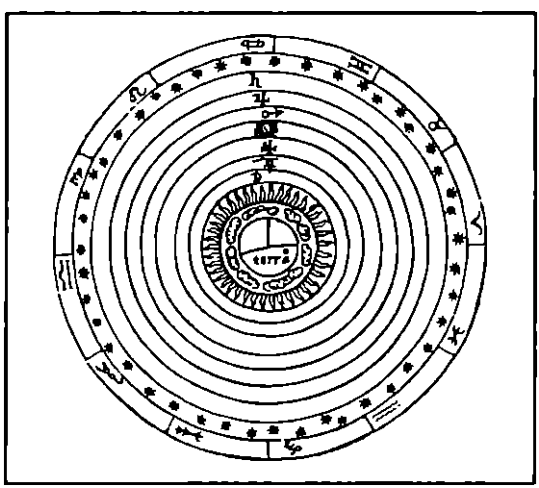
În 1503 Copernic şi-a terminat doctoratul în legea canonică şi a revenit la Frauenburg ca să-şi reia îndatoririle administrative pe care le avea acolo. De-abia a apucat însă să se restabilească în localitate cînd unchiul lui s-a îmbolnăvit la Heilsberg şi l-a chemat să-i fie aproape ca medic personal. Trei ani mai tîrziu Copernic s-a mutat la Heilsberg şi a rămas acolo împreună cu unchiul său din 1506 pînă în 1512, an în care episcopul a murit. Probabil că în această perioadă a trasat primele sale schițe ale universului heliocentric.

Prin 1514, cînd s-a întors la Frauenberg, schițase deja un sinopsis al noului său sistem pe care cu precauție l-a dat mai întîi spre lectură prietenilor săi. Cunoscută sub numele de *Commentariolus* („Scurt comentariu"), această lucrare a format baza pentru o prezentare mai detaliată, *De revolutionibus orbium caelestium* („Despre revoluția sferelor

cereşti"), la care a lucrat aproape tot timpul cît i-a mai rămas de trăit.

Din odăile sale situate într-unul din turnurile din colţurile catedralei-fortăreţe Frauenburg, Copernic putea să vadă cerul de deasupra Mării Baltice. Şi-a amenajat un mic observator pe acoperiş şi l-a echipat cu cîteva dintre instrumentele astronomice standard ale vremii (telescopul nu fusese încă inventat) şi uneori se suia pe acoperişul turnului ca să-şi facă observaţiile.

Dar, deşi Copernic a fost recunoscut la vremea sa ca un astronom important, el s-a bizuit în principal pe observaţiile altora, inclusiv pe ale lui Ptolemeu, şi a preferat să-şi petreacă timpul făcînd calcule matematice precise şi cufundîndu-se în cărţile sale. A comparat cu mare atenţie versiuni diferite ale lucrării lui Ptolemeu *Almagest*, căutînd posibile greşeli de



În sistemul ptolemeic, Pământul („terra") era în centrul sistemului solar. Soarele, Luna şi toate celelalte planete se roteau în jurul Pământului

transcriere sau de traducere şi şi-a petrecut numeroase seri cufundat în gînduri. Ca şi grecii pe care-i admira atît de mult, el credea mai mult în puterea judecăţii decît în observaţie.

Problema pe care o moştenise de la Ptolemeu era cum să explice comportamentul straniu al planetelor. În vreme ce Soarele, Luna şi stelele păreau să se rotească pe cer la fiecare 24 de ore într-un mod care părea uşor previzibil, planetele nu erau la fel de „cuminţi" Uneori, aşa cum observaseră şi grecii, aceste „rătăcitoare" păreau să se retragă într-o mişcare retrogradă. Ca o soluţie la această problemă, Ptolemeu a emis ideea că fiecare planetă se mişcă în cercuri mici în jurul unui centru invizibil care la rîndul său se mişcă pe un cerc mai mare în jurul Pămîntului. Imaginaţi-vă că vă deplasaţi pe circumferinţa unui cerc mare şi că din cînd în cînd schimbaţi direcţia şi faceţi o mică buclă în alergarea dumneavoastră, după care vă continuaţi drumul de-a lungul cercului mare. Conceptul principal al acestei explicaţii, acela de epiciclu, a reuşit cît de cît să reconcilieze diferenţele dintre observaţie şi teoria anterioară a lui Aristotel conform căreia toate obiectele cereşti se rotesc în jurul Pămîntului pe nişte sfere concentrice. Dar, pe măsură ce se făceau observaţii mai dese şi mai bune asupra astrelor, sistemul lui Ptolemeu se dovedea din ce în ce mai defectiv în urma testelor observaţionale. În disperare de cauză, unii astronomi adăugau şi mai multe sfere la sistemul ptolemeic care şi aşa era foarte complicat. În schimb, Copernic, dorindu-şi probabil o explicaţie mai simplă, matematică, avea să scrie mai tîrziu: „Un astfel de sistem nu părea nici îndeajuns de exact pentru a părea absolut, nici îndeajuns de logic pentru a da satisfacţie intelectuală"

Marele erudit medieval, William de Ockham (1285–1349), deşi nu era un platonician, a avertizat împotriva adoptării

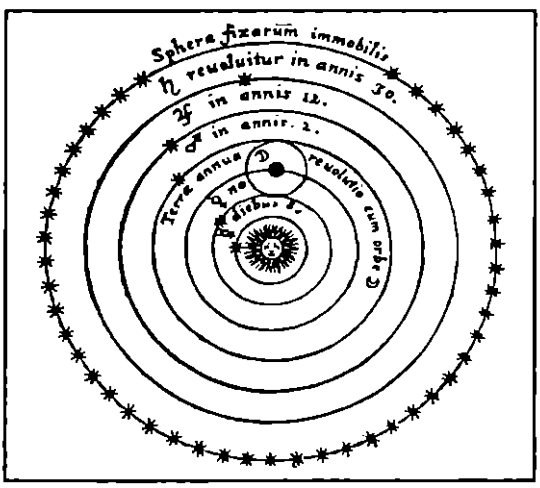
unor teorii atît de complicate atunci cînd spunea că „entitățile nu trebuie multiplicate inutil" Mulți oameni de știință de astăzi subscriu la această idee, cunoscută ca „briciul lui Ockham", în sensul că atunci cînd două teorii par să se potrivească realității observate, teoria care necesită cele mai puține supoziții este probabil mai bună. Pînă astăzi, credința în simplitatea legilor naturii (chiar dacă natura însăși poate fi complicată) îi face pe oamenii de știință să prefere o teorie care e simplă și clară uneia care e complicată și confuză.

Copernic avea de a face cu o teorie confuză. Ceea ce urmărea el era una mai simplă și mai clară.

Ce s-ar întîmpla, s-a întrebat Copernic, cu toate observațiile și calculele dacă s-ar apuca să retraseze schema lui Ptolemeu punînd planetele să înconjoare Soarele în locul Pămîntului? S-a hotărît să încerce. Decizia solicita o modalitate cu totul nouă și revoluționară de a vedea universul.

Așa cum avea să scrie el mai tîrziu în *De revolutionibus*, „Am început să meditez asupra mobilității Pămîntului... deși ideea părea absurdă." Totuși, el și-a spus că, în calitate de ființă umană rațională, ar trebui să aibă libertatea, așa cum au făcut și grecii, să se gîndească la orice explicație posibilă care i-ar fi putut rezolva problemele – deci inclusiv la ideea că Pămîntul și nu Soarele ar fi cel care se mișcă. Și, deși cîțiva dintre filozofii greci făcuseră speculații în jurul aceleiași idei, ei nu insistaseră asupra ei și nici nu încercaseră să o confrunte cu observațiile și calculele reale. Copernic a fost primul care nu numai că a luat în considerare ideea, ci a și încercat să calculeze rezultatele unui sistem planetar alcătuit din orbite circulare, interdependente, în jurul Soarelui în locul Pămîntului. A fost o misiune îndelungată și dificilă. Dar în final el a căpătat convingerea că noul său sistem era cel care corespundea realității. Soarele și nu Pămîntul era centrul orbitelor planetare.

De ce atunci toate planetele păreau să se miște în jurul Pământului? Pământul, a argumentat el, se rotește în jurul propriei axe o dată la fiecare douăzeci și patru de ore, ceea ce creează impresia că cerul se mișcă deasupra capetelor noastre. Distanța de la Pământ la Soare, credea el, este neglijabilă prin comparație cu distanțele pînă la stelele fixe (despre care el credea că atîrnă la limita exterioară a spațiului, imediat dincolo de ultima planetă vizibilă). Mișcarea aparentă a Soarelui pe parcursul unui ciclu anual este cauzată de mișcarea de revoluție a Pământului în jurul Soarelui (și nu viceversa). Numai Luna, spunea el, se rotește în jurul Pământului. Iar straniile, misterioasele mișcări de regresie, observate în evoluția lui Marte, Jupiter și Saturn (cel trei planete exterioare cunoscute la acea vreme) sînt provocate de faptul că acestea, la fel ca Pământul, se mișcă în jurul Soarelui, dar la o distanță mult mai mare. Pământul, depla-



Sistemul copernician. Copernic a avut ideea că Soarele și nu Pământul se află în centrul Sistemului Solar.

sîndu-se pe o orbită mai mică în jurul Soarelui, trece cîteodată de aceste planete exterioare aflate pe orbitele lor mai lungi, creînd astfel impresia că acestea se mișcă înapoi pe cer.

Totul părea să se lege, considera Copernic, și avea o anumită frumusețe și simplitate, de îndată ce renunțai la ideea că Pămîntul trebuie să fie centrul universului. Dar ideea aceasta își păstrase supremația vreme de sute de ani și avea rădăcini adînci, nu numai în religie și gîndirea laică, dar și în judecata de „bun-simț" a tuturor. Ridicîndu-și privirile spre cer oamenii vedeau că „Soarele se mișcă", în vreme ce Pămîntul aflat sub picioarele lor rămînea în mod evident nemișcat. El se temea, așa cum avea să scrie mai tîrziu, că „unii oameni... vor striga imediat ca eu și ideile mele să fim dați afară din scenă", explicînd mai departe:

> *Am ezitat multă vreme dacă să public sau nu ceea ce scrisesem pentru a demonstra mișcarea Pămîntului, sau dacă n-ar fi mai bine să urmez exemplul pitagoricienilor, care obișnuiau să încredințeze secretele lor filozofice rudelor și prietenilor sub formă orală... Am fost aproape îndemnat să las cu totul deoparte opera în forma ei finală, din cauza disprețului pe care aveam toate motivele să-l anticipez cu privire la noutatea și aparenta opoziție față de rațiune a teoriei mele.*

În 1539, un tînăr profesor german luteran de matematică a sosit la Frauenburg în căutarea renumitului astronom. Numele lui latinizat era Rheticus (născut Georg Joachim von Lauchen) și îl admira de multă vreme pe Copernic, ascultînd

Tycho Brahe

cu interes la tot ce se vorbea despre ideea canonului privind sistemul heliocentric, care circulase în cercuri restrînse sub forma schiţată în *Commentariolus*. Şi, în pofida reticenţelor lui Copernic, tînărul matematician l-a convins în cele din urmă să-şi facă publice ideile. Şi astfel, prima apariţie publică a sistemului lui Copernic s-a produs sub forma unui rezumat scris de Rheticus şi care a apărut în 1540. Mulţi oameni presupun că motivul pentru care Copernic şi-a ţinut ascunse ideile „aproape de patru ori cîte nouă ani", aşa cum s-a exprimat chiar el, a fost că se temea de represaliile din partea Bisericii Catolice. Dar dacă se aşteptase la o reacţie oficială indignată ca urmare a întreprinderii lui Rheticus, acum de bună seamă că se simţea uşurat. Mai mult, atît papa cît şi unul dintre cardinalii Bisericii s-au numărat printre acei care

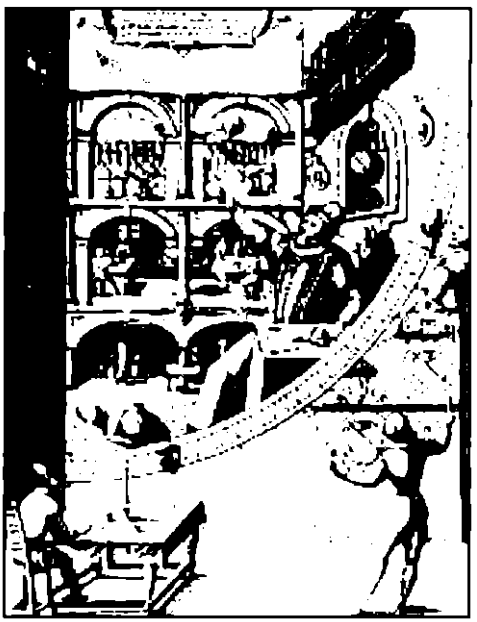
l-au încurajat să publice manuscrisul în formă completă. (Cei care l-au urmat nu au mai fost la fel de norocoşi, căci Copernic a trăit chiar la sfîrşitul unei perioade de relativă toleranţă a Bisericii Catolice, o vreme în care Biserica părea să vadă puţine conflicte între ştiinţă şi dogmă).

Rheticus, îndrăzneţ, ambiţios şi întreprinzător, şi-a luat sarcina de a supraveghea publicarea. Dar etapele finale ale tipăririi au fost supervizate de Andreas Osiander, unul dintre teologii luterani de frunte de la Nürnberg, care, din motive neclare, a scris şi a adăugat o prefaţă nesemnată, fără consimţămîntul lui Copernic. E posibil ca Osiander să fi sperat ca în felul acesta să-l îmblînzească pe Martin Luther, fondatorul Bisericii Luterane, care luase deja poziţie împotriva lui Copernic, declarînd că „acest nebun vrea să răstoarne întreaga ştiinţă a astronomiei; dar Sfînta Scriptură ne spune că Joshua a poruncit Soarelui să rămînă nemişcat, şi nu Pămîntului" Prefaţa lui Osiander preciza că sistemul lui Copernic este pur ipotetic, un mod ingenios de a-i ajuta pe astronomi să prezică poziţiile planetelor, dar nu în mod necesar una care intenţiona să reprezinte realitatea. Oricît de reticent a fost să-şi publice lucrarea, Copernic n-ar fi aprobat în ruptul capului această abatere de la adevăr. Dar primele exemplare, conform legendei, au sosit de la tipografie chiar în ziua în care Copernic a murit, şi nu vom şti niciodată cu siguranţă dacă a apucat să vadă controversata prefaţă.

TYCHO BRAHE, OBSERVATORUL STELELOR

În 1543, sistemul lui Copernic avea avantajele simplităţii, regularităţii şi coerenţei, şi chiar făcea predicţii astronomice mai bune, cel puţin în unele situaţii. Dar, de fapt, cam asta a

fost tot – în acel moment. În afară de această minoră diferență, ambele sisteme, cel geocentric al lui Ptolemeu și cel heliocentric al lui Copernic, păreau la fel de adevărate pentru oricine. Amîndouă explicau de ce planetele păreau uneori să se miște înapoi – „făceau economie la capitolul fenomene neobișnuite", cum le plăcea grecilor să spună. Nimeni nu avea nici o dovadă într-un sens sau altul, nu exista nici o observație care să confirme un sistem în detrimentul celuilalt. Fiecare era doar o teorie. Calitățile sistemului copernician, simplitatea, regularitatea și coerența, erau satisfăcătoare într-o anumită măsură, dar nu se poate decide asupra veridicității unui fapt pornind numai de la acest gen de satisfacție. În orice caz, aceasta nu este o abordare științifică. În știință, eleganța și caracterul rezonabil nu se substituie dovezii experimentale. Mai întîi trebuie văzut ce observații sau experimente ar putea demonstra argumentația; apoi urmează



Tycho Brahe în observatorul său din Danemarca

observațiile, repetate iarăși și iarăși și în final analiza rezultatelor. În secolul al XVI-lea, dacă voiai să afli adevărul despre felul cum funcționează universul, trebuia să te uiți la cer – la Lună, la planete și la stele – și trebuia să le privești îndelung și cu atenție.

Cel mai mare observator al astrelor de pînă la inventarea telescopului a fost un individ ciudat și pitoresc numit Tycho Brahe (1546–1601), care s-a născut la trei ani după moartea lui Copernic. Fiu al unui nobil danez, el a devenit cunoscut sub numele de Tycho, latinizarea numelui de botez danez, Tyge. La 13 ani, demonstrînd evidente calități de copil-minune, el intra la Universitatea din Copenhaga. Inițial a dorit să studieze politica, dar la 14 ani, Tycho Brahe s-a răzgîndit pe neașteptate și pentru totdeauna cînd a văzut o eclipsă de Soare. Din acel moment, Tycho avea să urmeze calea celor ce veghează asupra cerului, cu o nemaiîntîlnită aviditate, precizie și preocuparea de a se documenta.

Tycho Brahe era deosebit de corpolent, avea un simț respingător de acut al propriei lui măriri și un temperament aprig. La vîrsta de 18 ani s-a duelat cu un alt matematician pornind de la o obscură controversă matematică, iar adversarul lui i-a retezat cu sabia o parte din nas. Tycho a înlocuit partea lipsă cu o punte proeminentă dintr-un aliaj metalic (acesta a fost unul din aspectele îndelung contestate ale legendei, care a fost de curînd confirmat cînd i s-a deschis mormîntul și i-au fost cercetate rămășițele). Se spune că era atît de mîndru încît își făcea toate observațiile în costumație nobiliară. Îi plăcea să trăiască bine. Avea o pivniță de vinuri bine garnisită și întreținea un grup numeros de servitori, printre care și un pitic, pe care îl ținea pe lîngă el ca să-l servească și să-l amuze. Se mai spunea că avea propria

temniță particulară în care servitorii și țăranii care trăiau pe pămînturile sale erau închiși atunci cînd încălcau vreuna din numeroasele sale reguli stricte.

Tatăl vitreg al lui Tycho a murit de pneumonie ca urmare a faptului că salvase viața regelui danez Frederick al II-lea și, pentru a-și arăta recunoștința, regele i-a dăruit lui Tycho o insulă în largul coastei din apropierea orașului Copenhaga. Totodată i-a dat mînă liberă pentru construirea celui mai bine dotat observator astronomic al vremii. Prin 1580 observatorul era terminat și costase circa 1,5 milioane de dolari în banii de astăzi.

Cu ochii lui ageri și marea sa atenție pentru detalii, dar ajutat și de instrumentele scumpe și precise (multe dintre ele fiind concepute chiar de el), Tycho a obținut rezultate mult mai bune decît au avut la dispoziție oricare dintre astronomii care ar fi avut nevoie de ele, fie că e vorba de Ptolemeu sau Copernic. Cu o exactitate absolută și o neobosită putere de concentrare, el a cercetat cerul din observatorul său ore în șir, noapte după noapte, detaliind pozițiile stelelor, consemnînd momentele aparițiilor lor și înregistrînd pentru posteritate pozițiile planetelor.

Cînd construirea observatorului a fost încheiată, eforturile sale fuseseră deja răsplătite cu două evenimente extraordinare pe cerul nopții. În 1572, Tycho a reperat o „stea nouă" sau o nova. (Uneori numită „steaua lui Tycho", ea a fost de fapt o stea de luminozitate slabă care a explodat formînd ceea ce noi numim astăzi o supernovă). Era abia a treia nova observată de pe vremea lui Hiparh. Celelalte, observate în 1006 și 1054 de către astronomii japonezi și chinezi, nu erau prea bine cunoscute de către comunitatea științifică europeană, care rămăsese relativ izolată. Pentru cei rămași fideli încă ideii lui Aristotel, conform

căreia dincolo de Lună cosmosul ar fi perfect și imuabil, acest nou „pumnal de lumină" pe cerul nopții a lăsat în urmă o rană adîncă.

Cinci ani mai tîrziu, în 1577, și-a făcut apariția o cometă – încă una dintre priveliștile neliniștitoare atît pentru astronomi cît și pentru superstițioși. Nici astăzi oamenii de știință nu sînt siguri de unde provin cometele. Probabil că își au originea într-o zonă cunoscută sub numele de Norul lui Oort, dincolo de limitele Sistemului Solar. Ele parcurg un arc de cerc prin Sistemul Solar către Soare, trec prin imediata lui apropiere, după care accelerează înapoi spre direcția de unde au venit. Deși mai apăruseră comete și înainte, Aristotel a fost primul care a încercat să le definească drept niște evenimente atmosferice care au loc în cadrul domeniului schimbător al Pămîntului, undeva între Pămînt și Lună. Mulți oameni au interpretat aparițiile cometelor ca fiind niște avertismente înspăimîntătoare asupra unor dezastre iminente (și mulți încă mai cred acest lucru). Dar, cu instrumentele sale superioare, Tycho a făcut măsurători exacte care au dovedit indubitabil că respectiva cometă avea prea puțin de-a face cu Pămîntul și că traiectoria ei se prelungea pînă mult dincolo de Lună. Tycho a mai remarcat că traiectoria parcursă de comete este eliptică, dînd încă o lovitură ideii de perfecțiune în ceruri dat fiind că, după Aristotel, numai cercul ar fi perfect. Și totodată încă una din teoriile lui Aristotel era amenințată: dacă cerurile ar fi compuse din sfere cristaline, cuibărite una într-alta, cum ar putea traiectoria cometei să treacă prin ele așa cum dovedeau limpede observațiile lui Tycho? Pînă și noua teorie a lui Copernic lăsase loc pentru tradiționalele sfere solide. „Acum îmi este cît se poate de limpede că nu există nici o sferă solidă în cer", scria sfidător Tycho. Iar

acum, la sfîrşitul secolului al XVI-lea, dintr-o dată, o bună parte din lucrurile ce fuseseră luate ca de la sine înţelese erau puse la îndoială datorită unor privelişti pe care le putea vedea oricine – privelişti care erau văzute şi, mai mult, măsurate de un paznic al cerurilor ciudat, meticulos şi irascibil, care avea un nas de metal.

Cu toate acestea, Tycho nu era convins că Pămîntul se roteşte în jurul Soarelui, aşa cum sugerase Copernic. Era de acord cu acesta că Marte şi celelalte planete se învîrtesc în jurul Soarelui, dar, considera el, dacă Pămîntul s-ar fi rotit, am fi simţit-o. Pentru acele vremuri, aceasta nu era o supoziţie ilogică. Cei care se plimbau cu caleaşca puteau simţi zdruncinăturile şi mişcarea de rotaţie a roţilor. Dacă traversai o pajişte călare simţeai vîntul şuierînd pe lîngă tine. Cine putea să ştie ceva despre mişcarea în vid (despre care nimeni la acea vreme nu credea că ar putea să existe) sau despre mişcarea rectilinie şi uniformă, fără schimbare de direcţie? (Ne apropiem de experienţa unei asemenea mişcări atunci cînd călătorim cu un avion la o viteză de peste 800 km/h, dar aşa ceva nu era la îndemîna lui Tycho Brahe). Aşa încît Tycho, un mult mai bun observator decît teoretician, a propus propriul său compromis pentru un sistem – o combinaţie între sistemele lui Ptolemeu şi Copernic – pe care l-a prezentat într-o carte despre cometa din 1577, publicată în anul 1583. Tycho a acceptat ideea că planetele orbitează în jurul Soarelui, dar a sugerat că, la rîndul lui, Soarele efectuează o mişcare de revoluţie în jurul Pămîntului. În felul acesta, Tycho a menţinut ideea universului geocentric tradiţional, păstrînd totodată şi ideea lui Copernic, utilă din punct de vedere compoziţional, care aşeza Soarele în centrul întregului sistem planetar.

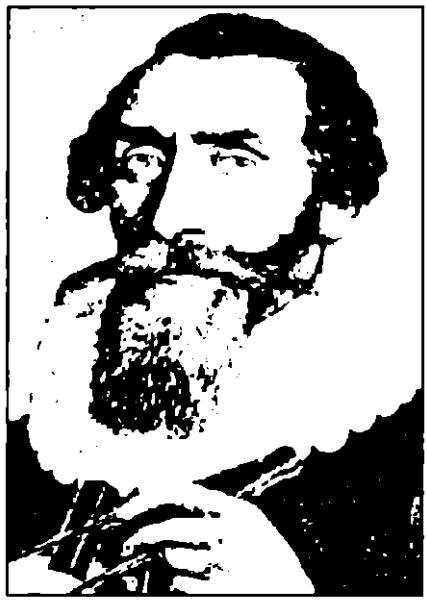
Dar norocul avea să-i întoarcă spatele lui Tycho, cel puţin temporar. Patronul său, Frederick al II-lea, a murit în 1588 şi a

fost succedat de Christian al IV-lea, care nu împărtăşea nici recunoştinţa, nici admiraţia lui Frederick pentru irascibilul astronom. Prin 1597, regele l-a deposedat pe Tycho de insula cu observatorul şi i-a spus adio lui Tycho. Drept urmare, acesta a plecat în Germania la curtea regelui Rudolf al II-lea, care l-a invitat să se stabilească la Praga, unde urma să slujească în calitate de matematician imperial, un fel de preamărit prezicător astrologic. Era o perioadă a vrajbei între naţiuni şi religii. Toţi păreau să se omoare între ei, protestanţii se războiau cu catolicii, catolicii cu protestanţii. Opţiunile rămase unui astronom pribeag erau puţine şi Tycho a acceptat cu bucurie, ştiind că în timpul lui liber va putea să-şi continue observaţiile. Ajuns acum la peste cincizeci de ani, el a început să-şi caute un asistent care să-l ajute în analizarea volumului uriaş de date adunate de-a lungul timpului şi rămase nepublicate.

În 1599, ultimul an al secolului al XVI-lea, el l-a găsit pe Johannes Kepler.

JOHANNES KEPLER ŞI ORBITA ELIPTICĂ

Sau, mai exact, Kepler l-a găsit pe Tycho. Atunci cînd Johannes Kepler (1571–1630) şi Tycho s-au întîlnit, cel mai tînăr dintre ei era angrenat deja într-o carieră pestriţă de cvasi-astronom şi astrolog, adesea neplătit pentru serviciile sale, cu o căsnicie nefericită, subiect de batjocură al colegilor de universitate. Dar scrisese o carte, publicată în 1596, în care încerca să armonizeze ideile lui Platon despre solide şi sfere cu noua idee a sistemului copernician. Cartea era mai mult de o factură mistică decît ştiinţifică şi mai mult i-a nedumerit decît să-i lămurească pe astronomi, dar calităţile de matematician ale lui Kepler l-au atras pe Tycho.



Johannes Kepler

Cei doi nu s-au înțeles bine. Kepler intuia că Tycho se ferea să-i permită liberul acces la cunoștințele pentru care venise de fapt la el. „Tycho nu mi-a împărtășit cunoștințele lui practice decît în conversațiile din timpul meselor, azi ceva despre apogeu, mîine un pic despre oscilațiile unei alte planete." De cîteva ori, Kepler l-a amenințat că pleacă.

În cele din urmă, Tycho a cedat, dar s-a răzbunat. La planeta Marte, i-a spus el, și analizează observațiile. Lăudăros din fire, Kepler a anunțat că îi va da răspunsul în opt zile. Dar în acel moment el nu știa că mișcările lui Marte, ușor de observat pe cerul nopții, fuseseră documentate cu mare meticulozitate și precizie. Și nu știa nici că acele mișcări nu corespundeau nici pe departe așteptărilor oricui. Proiectul i-a luat lui Kepler nu opt zile, ci opt ani. Cînd a terminat, el avea să găsească erorile

strecurate nu numai în sistemele lui Copernic şi Ptolemeu, dar şi în cel a lui Tycho.

Din fericire, probabil, pentru Tycho, acesta din urmă nu a mai apucat să vadă fructele strădaniilor lui Kepler. Pitorescul şi încăpăţînatul Tycho a murit în 1601, la un festin regal, cînd a băut atîta bere încît vezica i-a cedat. „Nu vreau să pară că am murit în zadar", a spus el pe patul de moarte. Funcţia de matematician imperial a fost preluată de Kepler care, în esenţă, i-a împlinit dorinţa.

„Tycho", a spus la un moment dat Kepler despre imensa bancă de date a mentorului său, „era deosebit de bogat, dar nu a ştiut să se folosească aşa cum trebuie de această bogăţie, după cum se întîmplă cu majoritatea oamenilor bogaţi." Kepler, care acum dispunea de datele adunate de Tycho, ştia exact cum trebuie să se folosească de ele.

Spre deosebire de Tycho, Kepler considera că ideea lui Copernic era corectă, şi şi-a pus în gînd să descopere, printre multele observaţii adunate de Tycho, dovada unui plan general al Sistemului Solar, începînd cu problemele prezentate de Marte. Observaţiile arătau că planetele, inclusiv şi mai ales Marte, se deplasau cu viteze variabile, cînd mai repede, cînd mai încet, vitezele crescînd o dată cu apropierea acestora de Soare. Timp de şase ani Kepler a analizat diferite ipoteze care, credea el, ar fi putut să explice această ciudăţenie. Fiecare ipoteză a fost verificată cu ajutorul unor calcule laborioase. Bineînţeles, n-avea un computer care să-i „ronţăie" numerele, nici măcar un calculator de buzunar sau o riglă de calcul, aşa încît rezolvarea acestor probleme nu a necesitat numai timp îndelungat, ci şi concentrare şi pricepere. În cele din urmă, fără prea multă tragere de inimă, a ajuns la concluzia că orbitele planetelor nu pot fi circulare.

Şi-a publicat rezultatele în 1609 într-o carte intitulată *Astronomia Nova* („Noua astronomie"), în care şi-a prezentat primele două din legile care sînt astăzi cunoscute ca legile lui Kepler privind mişcarea planetelor. Pentru cei preocupaţi de asemenea probleme (căci nu toată lumea era preocupată, desigur), cartea lui Kepler a avut un impact violent. Kepler propunea, în totală contradicţie cu propria sa înclinaţie către conceptele platoniciene şi către teologia creştină, că planetele se deplasează nu pe cercurile de o perfecţiune mistică ale sistemelor lui Aristotel sau Ptolemeu, ci pe o traiectorie eliptică, de forma aproximativă a unui cerc turtit. Spre deosebire de cerc, elipsa are două centre numite focare, iar Soarele, afirma Kepler, este situat într-unul din ele. Fie şi doar această idee era suficient de radicală ca să determine Colegiul Cardinalilor să interzică această carte.

Pentru cea de-a doua lege, Kepler a stabilit o formulă matematică pentru a descrie variaţiile de viteză ale planetei pe parcursul orbitei circumsolare. În esenţă, ea ne spune că în timpul mişcării planetei în jurul Soarelui, o linie imaginară care uneşte Soarele cu planeta va „mătura" arii egale în perioade de timp egale. În consecinţă, cu cît planeta se apropie mai mult de Soare, cu atît mai scurtă va fi linia imaginară şi planeta va trebui să se mişte mai repede pentru a acoperi o arie corespunzătoare.

Între timp, în 1604, Kepler a observat a doua nová văzută în ultimii 40 de ani, cunoscută ca „Steaua lui Kepler" Evenimentul a zguduit comunitatea intelectuală europeană şi, alături de alte evenimente cumulate din anii Renaşterii şi Reformei, a contribuit la crearea unei atmosfere turbulente de idei noi şi supoziţii puse sub semnul îndoielii. Un grup de filozofi ce respectau tradiţia epicureană au sugerat că, probabil, o întîlnire întîmplătoare a unei sume de atomi a dus la formarea

noii stele. Dar platonismul, care punea accentul pe armonie şi pe „muzica sferelor", rămăsese înrădăcinat în inimile umaniştilor. Iar Kepler, încă foarte religios, a contraargumentat sugestia unui univers guvernat de întîmplare cu o anecdotă despre salata pe care soţia lui i-a servit-o într-o seară la cină.

„S-ar părea deci, am spus eu cu glas tare, că dacă vasele de cositor, frunzele de salată, grăunţii de sare, picăturile de apă, oţet şi ulei precum şi feliile de ou, ar zbura la întîmplare prin aer din vremuri imemoriale, în cele din urmă ar fi posibil ca, din întîmplare, să se adune laolaltă ca să formeze o salată. „Da, a răspuns soţia mea, dar nu la fel de frumoasă şi de bine pregătită ca salata asta a mea.

Încă puternic influenţat de gîndirea platoniciană, Kepler şi-a propus acum să determine relaţia despre care era sigur că există între distanţa la care se învîrteşte o planetă faţă de Soare şi timpul care-i este necesar planetei pentru această rotaţie. Şi a reuşit. În 1619 el a publicat cea de-a treia lege în lucrarea *Harmonices Mundi* („Armoniile lumii"). Pătratul perioadei de revoluţie în jurul Soarelui a oricărei planete, afirma el, este proporţional cu cubul distanţei acesteia faţă de Soare. Formula era valabilă pentru toate observaţiile pe care le avea înregistrate, iar Kepler era încîntat de această nouă lege pe care o vedea ca pe o dovadă puternică a supremei armonii şi perfecţiuni a universului.

Aşa cum s-a dovedit, legile lui Kepler privind mişcarea planetară sînt valabile şi pentru corpuri cereşti despre care Kepler habar nu avea. Cînd mai tîrziu Galilei avea să descopere pentru prima oară cei patru mari sateliţi ai lui Jupiter, cu ajutorul

telescopului său, observațiile au arătat că și aceștia se deplasau în jurul planetei conform aceloraşi principii descoperite de Kepler pentru planetele care se roteau în jurul Soarelui. Şi, după mulți ani, cînd au fost descoperite sistemele stelare multiple, s-a constatat că și acestea respectau aceleaşi legi.

Cele trei legi ale lui Kepler au însemnat totodată și o importantă schimbare pentru știință. Spre deosebire de greci și de mulți alții de după ei, Kepler n-a făcut nici o încercare să explice *de ce* se mișcă planetele, ci doar *cum*. El s-a folosit de matematică și de faptele observate pentru a discuta mișcările lor și, după cum spune autorul de lucrări științifice Bruce Gregory, „Kepler nu s-a mulțumit să sintetizeze descrierea mișcărilor planetare, ci a mers mult mai departe: a inventat o modalitate de a discuta mișcările corpurilor cereşti care a rămas valabilă pînă astăzi"

Kepler nu a încercat să explice științific de ce se mișcă planetele, dar a manifestat un mare interes pentru lucrarea despre magnetism a lui William Gilbert, publicată în 1601, iar opera lui Kepler arată că acesta bănuia că Soarele exercită un fel de control fizic de natură magnetică și că în felul acesta menține planetele în mișcare orbitală în jurul său.

MOŞTENIREA UNEI TRIADE

În final, Copernic, Tycho și Kepler au inițiat o adevărată revoluție în felul cum oamenii gîndeau despre lumea înconjurătoare. Ei toți au practicat știința de dragul științei (nici unul dintre ei nu și-a cîștigat existența de pe urma ei; încă nu sosise vremea oamenilor de știință profesioniști moderni). Şi tot atît de important este să ne amintim că fiecare dintre acești oameni de știință, construind pe fundamentul contribuțiilor aduse de cei dinaintea lor, a făcut progrese importante în pofida

defectelor personale. Acesta este un aspect esențial al științei și al modului cum funcționează aceasta.

Copernic s-a cramponat în aparență de ideea aristoteliană a sferelor cristaline și de ideea că stelele atîrnă pe o sferă exterioară. El nu ș-a închipuit lucrul pe care noi îl știm astăzi, și anume că dincolo de atmosfera Pămîntului spațiul cosmic este un vid infinit și că cea mai apropiată stea se află la o distanță de 4,5 ani-lumină. Cu toate acestea – așa cum se întîmplă adesea în știință – l-a deranjat felul în care datele observate refuzau să se potrivească teoriei. În consecință, el s-a gîndit: Poate că perspectiva din care privim toate aceste lucruri este greșită. Ce-ar fi dacă Soarele, și nu Pămîntul, s-ar afla în centru? Apoi a mers mai departe făcînd calcule pentru a vedea dacă teoria rămînea în picioare. N-a prea rămas. Dar a fost ideea cea mai apropiată de adevăr de pînă atunci și le-a oferit celor de după el cîteva idei valoroase de la care să pornească.

Tycho a crezut cu tărie în schema de compromis care continua să așeze Pămîntul în centrul tuturor celorlalte lucruri, și s-a înșelat. El și-a constituit toată acea imensă bază de date pentru a dovedi că are dreptate. Iar datele nu au reușit să-i confirme supozițiile. Dar, chiar dacă teoria lui a fost greșită, el a făcut observații atente și oneste, iar acestea au fost de mare folos ideilor asupra universului care erau mai aproape de adevăr. Acesta este un aspect important al științei: nu contează dacă ipoteza ta e greșită, atîta timp cît ești dispus să o testezi și să permiți și altora să o testeze, iar apoi să repeți testele. Important este tocmai acest proces de postulare, testare și analizare a rezultatelor pentru a se ajunge la noi concluzii pe baza rezultatelor obținute. Tycho a fost un mare colector de date, cel mai exact și mai meticulos dintre astronomii care nu

s-au folosit decît de propriii lor ochi pentru a-şi face observaţiile. În acest sens contribuţia lui la cunoaşterea umană este nepreţuită.

Kepler a crezut că orbitele planetelor trebuie să fie circulare. El era un mistic, un platonician, iar intuiţia îi spunea că această viziune asupra sistemului solar trebuie să fie corectă. Şi el s-a înşelat. Mult timp n-a renunţat la viziunea sa privind orbitele circulare, pînă cînd a verificat toate posibilităţile acestei idei la care s-a putut gîndi. Este greu pentru oricine să renunţe la o supoziţie de care este ataşat. Dar în cele din urmă el a renunţat şi a venit cu o altă idee care s-a dovedit că funcţiona de minune: orbitele eliptice. Aşadar, construind pe fundamentul contribuţiilor aduse de predecesorii lui, Copernic şi Tycho, Kepler a reuşit să clarifice încă un mic aspect al marii enigme a universului şi să pregătească terenul pentru cei care l-au urmat în pasionanta perioadă a secolului al XVII-lea, în care revoluţia ştiinţifică a cunoscut înflorirea maximă.

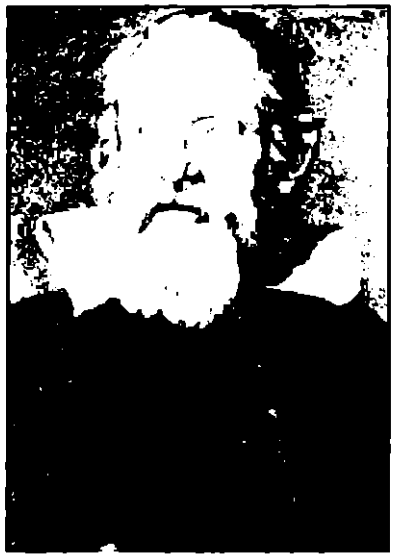
CAPITOLUL 4

„O ŞTIINŢĂ VASTĂ ŞI DE CEA MAI BUNĂ CALITATE": GALILEI ŞI ÎNCEPUTURILE METODEI

În materie de ştiinţă, autoritatea a mii de oameni nu valorează cît raţionamentul umil al unui singur individ.

Galileo Galilei

În pofida descoperirilor făcute de Copernic, Tycho şi Kepler, curentul tradiţionalismului continua să se opună acceptării noilor idei asupra universului. „Cu mulţi ani în urmă am devenit un adept al ideilor lui Copernic", îi scria savantul italian Galileo Galilei lui Johannes Kepler în 1597. Profund convins, el a descoperit că, folosind teoria lui Copernic, putea să explice multe fenomene pe care sistemul lui Ptolemeu le lăsase „pur şi simplu necxplicate". Dar, mărturisea Galilei în aceeaşi scrisoare, se abţinuse multă vreme să-şi publice argumentele de teamă că lumea va rîde de el aşa cum făcuse în cazul lui Copernic. „Aş fi îndrăznit să-mi



Galileo Galilei

fac cunoscute speculațiile", îi mărturisea el lui Kepler, „dacă ar fi existat mai mulți oameni ca tine. Dar, întrucît nu există, prefer să mă abțin."

Din tonul scrisorii adresate lui Kepler, oricine și-ar putea închipui cu ușurință că Galilei era un bărbat timid, reținut, nesigur de propriile sale observații și nedispus să-și pună pe tapet ideile. De fapt scrisoarea ne oferă mai degrabă indicii asupra vremurilor de atunci decît despre marele om de știință. La apogeul carierei sale, Galilei era un bărbat roșcat irascibil, scund și îndesat, ale cărui stil de gîndire și mod de lucru au un loc important și bine determinat în istoria științei. El a oferit idei extrem de importante despre cinematică și mecanică și a făcut descoperiri de răsunet în astronomie. Și, mai presus de toate, a revoluționat atitudinea oamenilor de știință față de propria lor activitate. De asemenea, și-a petrecut cea

mai mare parte a ultimilor douăzeci de ani din viață în centrul marii controverse privind sistemele lui Copernic și Ptolemeu.

„Fii optimist, Galilei", i-a scris Kepler în răspunsul său, „și fă-ți publice ideile. Dacă nu mă înșel, printre distinșii matematicieni ai Europei există prea puțini care s-ar disocia de noi. Atît de mare este puterea adevărului." A fost o izbucnire de optimism neobișnuită din partea mai tînărului Kepler, care de obicei era mai puțin expansiv, și din păcate Kepler a subestimat tenacitatea cu care gînditorii conservatori ai epocii aveau să se cramponeze de ideile lor tradiționale.

Galilei s-a născut în orașul italian Pisa, la 15 februarie 1564, în același an în care Shakespeare se năștea în Anglia și cu trei zile înainte de moartea lui Michelangelo. Ca și aceștia din urmă, Galilei a fost un om al Renașterii. Îi plăceau muzica și arta, iubea literatura și poezia, știa să cînte la lăută și avea destul talent de pictor pentru a-și ilustra propriile descoperiri astronomice. A fost totodată și un excelent scriitor cu un stil limpede și dinamic – un amănunt care, în mod ironic, avea să se întoarcă împotriva sa. Dacă stilul lui ar fi fost să zicem mai bombastic și mai puțin clar, cititorii lui ar fi fost mai puțin numeroși și amenințarea asupra modului de gîndire împămîntenit al vremii ar fi fost mai mică, indiferent cît de puternice ar fi fost dovezile pe care le-ar fi adus în sprijinul afirmațiilor sale. Cînd Galilei scria, cuvintele lui erau înțepătoare, iar cei ale căror idei erau atacate nu aveau cum să nu observe acest lucru.

Aprigul Galilei a fost în același timp un adevărat om de lume. Deși n-a fost căsătorit niciodată, a avut trei copii – un băiat și două fete – dăruiți de concubina sa, Marina Gamba. Un om cu puternice convingeri personale și sentimente pătimașe, și-a iubit copiii și, cînd Marina s-a căsătorit în cele din urmă cu altcineva, a luat copiii și s-a îngrijit de creșterea

lor (ceea ce, avînd în vedere viața de celibatar pe care o ducea, nu era întotdeauna o sarcină prea ușoară). În ultimii ani din viață, a ținut să locuiască în apropiere de mănăstirea unde fiica lui, Virginia, se călugărise.

Copil fiind, Galilei s-a mutat împreună cu familia sa la Florența, inima culturii renascentiste, unde a locuit pînă în 1581, cînd, ajuns la vîrsta de 17 ani, a plecat să studieze medicina la Universitatea din Pisa. Tatăl lui, un matematician nu cine știe ce bogat, l-a îndemnat pe Galilei să devină medic, o carieră despre care credea că are perspective mai bune decît a lui. (Un medic avea un venit potențial de 30 de ori mai mare decît un matematician.)

Povestea spune că, într-una din zilele petrecute la Pisa, Galilei stătea în catedrală cînd a observat balansul de pendul al minunatului candelabru atîrnat de tavan. Fiind deja atras mai mult de observarea și analizarea misterelor naturii decît de participarea la abstracțiunile filozofice ale ritualului religios, Galilei a devenit fascinat de mișcarea pendulului. L-a cronometrat cu ajutorul ritmului propriului său puls și a observat că, atîta timp cît l-a urmărit, candelabrul a efectuat același număr de oscilații complete într-un timp determinat de un număr egal de bătăi ale inimii. Arcul descris de mișcarea pendulului se micșora o dată cu trecerea timpului, dar timpul scurs de la începutul unei oscilații pînă la începutul următoarei oscilații rămînea constant. Ajuns acasă, Galilei și-a continuat observațiile. Pentru verificarea lor, a pus la punct un set simplu de experimente. A încercat pendule de care a atîrnat greutăți diferite. Le-a făcut să oscileze în arcuri mari, medii și mici, tot timpul măsurîndu-le cu ajutorul pulsului (cel mai bun instrument de cronometrare existent la

acea dată). Numărul de oscilații într-un interval stabilit de timp nu varia niciodată decît dacă schimba lungimea firului.

Galilei a descoperit un element esențial al cinematicii și dinamicii. Dar și mai importantă a fost metoda folosită. În loc doar să-și analizeze ideile prin intermediul logicii, în maniera majorității învățaților greci și contemporani – oamenii de știință sau „filozofii naturii" din vremea sa –, el a măsurat timpul și distanța și *a introdus matematica în fizică.* Apoi a făcut teste și și-a demonstrat teoria cu ajutorul experienței.

WILLIAM GILBERT: PIONIER AL ȘTIINȚEI EXPERIMENTALE

Deși Galilei este considerat adesea ca fiind primul gînditor important care a folosit cu regularitate noile metode științifice de observare și experimentare în investigațiile sale, el a avut totuși și predecesori. Unul dintre cei mai importanți a fost medicul și fizicianul englez William Gilbert (1544–1603).

Nimeni nu știe precis cînd au descoperit oamenii pentru prima oară pietrele cu proprietăți magnetice, dar acestea au constituit secole de-a rîndul un motiv de curiozitate. Legenda spune că primul asemenea obiect a fost descoperit de un cioban din apropiere de orașul asiatic Magnesia, de unde multe secole după aceea aceste pietre au ajuns să fie numite pietre magneziene, sau magneți, de către englezi. Pietre similare au fost cercetate de către filozoful grec Thales, dar chinezii au fost primii care au descoperit că, dacă o așchie dintr-o asemenea piatră este lăsată să se miște liber, ea se va orienta pe direcția nord-sud. Totuși, chinezii nu erau atît de

interesați de marile expediții maritime, și englezii au fost aceia care, prin secolul al XII-lea, au descoperit în cele din urmă busola magnetică, instrument care ulterior avea să ajute mult Anglia să devină o mare putere mondială.

Magnetismul a continuat să rămînă o forță misterioasă în secolele al XVI-lea și al XVII-lea. Și, cu toate că Peter Peregrinus, un elev al învățatului englez Roger Bacon, studiase magneții în secolul al XIII-lea, primul care a efectuat un astfel de studiu printr-o lungă serie de experimente atente și detaliate a fost William Gilbert.

Medic strălucit, care în cele din urmă a ajuns în funcția invidiată de președinte al Colegiului Medicilor, Gilbert este cunoscut azi pentru experiențele sale legate de magneți și magnetism. Cartea lui *De Magnete* („Despre magneți"), publicată în 1600, este și astăzi considerată una dintre primele lucrări clasice de știință experimentală și a fost foarte admirată de Galilei, care scria: „Îl consider demn de cea mai înaltă prețuire pentru numeroasele observații noi și adevărate pe care le-a făcut, spre dezonoarea multor autori orgolioși și mincinoși, care nu scriu doar lucrurile cunoscute de ei, ci repetă tot ce au auzit de la prostime, fără măcar să încerce să-și ofere satisfacția de a verifica cele auzite prin experimente."

Numeroasele rezultate pe care Gilbert le-a obținut în urma experimentelor l-au dus la concluzia că Pămîntul însuși se comportă ca un magnet uriaș avînd polii magnetici situați foarte aproape de polii geografici. El a mai postulat, pe baza experiențelor făcute cu diferite tipuri de magneți, că Pămîntul probabil și-a răsturnat la un moment dat axa magnetică, deși a manifestat puțin interes pentru teoria copernicianã conform căreia Pămîntul se rotește totodată în jurul Soarelui. Și, cu

toate că experiențele l-au condus spre multe descoperiri despre magneți, inclusiv atractivele proprietăți similare manifestate în urma frecării, de către chihlimbar și alte materiale, Gilbert a continuat să presupună că „puterea" lor se datora unei forțe misterioase și probabil „vii" care sălășluia în acestea.

Cercetările lui Gilbert cu privire la magneți și la proprietățile lor nu au fost depășite pînă în secolul al XVIII-lea cînd cercetătorii au început să investigheze mai atent proprietățile magnetismului și ale electricității.

De asemenea, *oricine poate repeta experiența lui Galilei și va obține același rezultat* – a fost un alt principiu care a devenit cheia noii „metode științifice" Deși și alții, printre care Francis Bacon și William Gilbert, au susținut această metodă, Galilei a fost cu adevărat primul care a folosit sistematic această abordare repetabilă și verificabilă. El s-a situat în avangarda promovării unei caracteristici esențiale a științei secolului al XVII-lea, și anume ideea că legile naturii sînt matematice și că prin urmare oamenii de știință trebuie să adopte o abordare matematică.

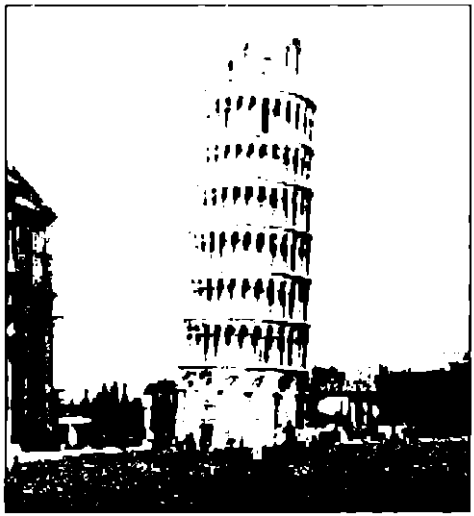
În acest sens, așa cum le place să spună istoricilor științei, Galilei a fost mai aproape de Arhimede decît oricare dintre predecesorii săi – Arhimede care, în secolul al III-lea î.Hr., contrar curentelor dominante ale epocii sale, obținuse explicații asupra modului de funcționare al pîrghiilor și asupra principiilor obiectelor plutitoare observînd mai întîi obiectele reale și abia apoi abstractizînd ceea ce observase, cu ajutorul unor formule matematice.

De fapt, Galilei a îndrăgit atît de mult matematica încît pînă la urmă a reuşit să-şi schimbe cariera, în pofida speranţelor pe care le nutrise tatăl lui. Dar încăpăţînatul Galilei nu era întotdeauna o persoană uşor de suportat şi reuşise deja să-i îndepărteze pe mulţi dintre profesorii săi de la Universitatea din Pisa cu provocările sale neîncetate la adresa autorităţilor antice. În acele zile, de la un student excelent se aştepta să fie capabil să recite cuvînt cu cuvînt din operele anticilor şi să aplice fără să crîcnească acele idei unanim acceptate. Din punctul de vedere al universitarilor, „să-ţi foloseşti propria ta minte" era o inutilă şi lipsită de respect pierdere de timp, dat fiind că anticii se gîndiseră deja la toate. Aşa încît, deşi Galilei îl impresionase pe Ostilio Ricci, un mare matematician al vremii, şi avusese pentru scurt timp prilejul să studieze cu acesta, el a ratat obţinerea unei burse de care avea nevoie şi, nemaipermiţîndu-şi să rămînă la Pisa, s-a retras de la universitate fără nici o diplomă şi s-a întors la Florenţa în 1586.

Pentru oricare altul mai puţin hotărît şi strălucit, povestea s-ar fi putut sfîrşi aici, cu speranţele zdrobite şi fără nici un viitor. Dar, continuîndu-şi studiile de matematică, în acelaşi an Galilei a publicat un scurt studiu despre un mecanism pe care-l inventase, o balanţă hidrostatică prin care măsura presiunea unui fluid. Ca rezultat, şi cu ajutorul relaţiilor tatălui său, el a atras atenţia mai multor nobili influenţi dintre care unul, marchizul Guidoboldo del Monte, a tras cîteva sfori şi l-a ajutat să obţină primul post universitar în 1589, un post inferior la catedra de matematică a Universităţii din Pisa. Acolo, bineînţeles, nimeni nu-i uitase isprăvile anterioare – nu trecuseră decît trei ani de la perioada sa de studenţie – şi Galilei, la fel de lipsit de reţineri şi de sigur pe el, nu s-a dat

peste cap ca să-şi sporească popularitatea în rîndurile colegilor săi profesori. Între timp, tatăl său a murit în 1591, lăsîndu-i tînărului Galilei responsabilitatea susţinerii financiare a mamei sale şi a celor şase fraţi şi surori. Contractul lui de trei ani era pe terminate şi avea motive întemeiate să creadă că nu avea să fie reînnoit. Dar prietenul său, marchizul del Monte, a intervenit din nou pentru el şi, în 1592, salariul lui Galilei a fost triplat o dată cu oferta de a prelua catedra de matematică de la celebra Universitate din Padova, în Republica Veneţia.

La Padova, Galilei, fără să-şi piardă nici o clipă încrederea în sine, pare totodată să-şi fi găsit propriul stil. El preda în Auditorium Maximum („marele auditoriu") unui public numeros alcătuit din studenţi şi tineri reprezentanţi ai caselor nobiliare din toată Europa, printre care şi Gustav Adolf, prinţul moştenitor al Suediei. Galilei preda aplicarea practică a principiilor matematice, ca de exemplu construirea podurilor, alcătuirea planurilor pentru porturile maritime, fortificarea cetăţilor şi a clădirilor şi construirea pieselor de artilerie. Dar marele element de atracţie al lui Galilei era că, în locul unor lecţii seci şi monotone despre respectivele subiecte, el oferea studenţilor săi demonstraţii atent pregătite şi adeseori spectaculoase. El le arăta studenţilor săi mecanismele de funcţionare ale naturii, în loc să se mulţumească să studieze manuscrisele antice şi să compare diferite pasaje în încercarea de a desluşi secretele lumii înconjurătoare din ceea ce gîndiseră alţii. El demonstra studenţilor săi cum, dacă suflă într-un tub de orgă, aceasta îi va imita sunetul răspunzîndu-i cu aceeaşi notă: rezonanţa. Le-a arătat cum, atunci cînd se trăgea cu pistolul pe un deal, se puteau număra secundele între momentul în care erau trase gloanţele şi cel în care erau auzite



Conform legendei, Galilei a experimentat căderea liberă a două greutăți inegale – două ghiulele de mărimi diferite – din vîrful Turnului din Pisa.

împuşcăturile – ilustrînd faptul că sunetul se deplasează cu viteze ce pot fi măsurate. A adus la ore oase de animale ca să demonstreze că nu este necesar ca suporții pentru construcțiile solide să fie solizi – dînd naştere construcțiilor cu țevi goale în interior, ceea ce a permis constructorilor să reducă masiv cheltuielile de construcție. I-a îndemnat pe studenți să caute răspunsurile în natură şi le-a arătat cum să-şi folosească propriii ochi, propriile creierc, cum să se folosească de matematică şi experimente pentru descoperirea adevărului, nu doar de manuscrisele anticilor.

DESCOPERIREA LEGILOR MIŞCĂRII

Probabil că Galilei este celebru pentru trei mari evenimente: aruncarea a două ghiulele de tun de mărimi diferite

de pe Turnul din Pisa, inventarea telescopului şi martirizarea pentru convingerile sale privind sistemul lui Copernic. Totuşi, toate aceste evenimente au trecut în domeniul legendei şi au fost deformate cel puţin parţial. Dar toate trei poveştile conţin o mare doză de adevăr.

Mai întîi, episodul cu ghiulelele. Aristotel credea că obiectele mai grele cad „în mod firesc" mai repede decît cele mai uşoare. Era o idee ce părea cît se poate de evidentă pentru gînditorii contemporani cu el şi pentru cei care i-au urmat multe secole la rînd. În definitiv, oricine poate să vadă că, de exemplu, o pană cade mult mai încet decît o piatră. Relatările legate de acest episod spun că Galilei a luat o ghiulea de tun şi una de muschetă – care are aceeaşi formă ca cea de tun, dar e mai mică şi mai uşoară – şi a mers cu ele în vîrful Turnului din Pisa. De acolo, le-a lăsat să cadă şi a măsurat timpul în care acestea au ajuns la sol. În momentul în care cele două ghiulele au ajuns la pămînt simultan, el a demonstrat, spune povestea, că două obiecte avînd greutăţi diferite nu cad în mod necesar cu viteze diferite. O poveste frumoasă, dar probabil neadevărată. Ea a apărut prima oară într-o biografie scrisă de unul din studenţii săi, Vincenzio Viciani, care avea tendinţa să exagereze, iar Galilei nu a scris niciodată nimic despre acest experiment.

El a demonstrat totuşi că obiectele cad cu aproape aceeaşi vitezã, indiferent de greutăţile lor relative. Ceea ce diferenţiază viteza de cădere a unei pietre de cea a unei pene este nu greutatea, ci rezistenţa aerului.

Şi, într-adevăr, a scris despre o serie de experimente cu mişcarea unor bile pe suprafeţe înclinate (planuri înclinate sau pante). El a decis să se folosească de pantele cu pricina deoarece nu avea nici o modalitate satisfăcătoare de a măsura vitezele mari şi acceleraţiile unor obiecte ca ghiulelele de

tun în cădere liberă. Pentru măsurarea timpului s-a folosit de un ceas de apă, un sistem care măsoară timpul cu ajutorul picăturilor de apă, la fel cum clepsidra o face cu ajutorul grăunților de nisip. Pantele, prevăzute cu șanțuri atent finisate ca să mențină bilele în mișcare rectilinie, încetineau îndeajuns mișcarea astfel încît să se poată măsura cu precizie timpul de coborîre al bilelor, chiar și cu ceasul cu apă. Și, deși bilele se mișcau pe o suprafață înclinată, el a sesizat faptul că mișcarea lor era în esență asemănătoare cu căderea liberă.

În timp ce se rostogoleau pe rampă, bilele păreau să accelereze într-o manieră previzibilă, viteza de deplasare suplimentîndu-se cu aceeași valoare la fiecare secundă scursă. De exemplu, dacă bila parcurgea un metru în prima secundă, în următoarea secundă parcurgea trei metri, iar în a treia secundă parcurgea cinci metri. Astfel, după două secunde, bila ar fi parcurs în total patru metri, iar după trei secunde un total de nouă metri. Indiferent cîte experiențe făcea, rezultatele erau aceleași. Creșterea vitezei era mereu aceeași; cu alte cuvinte, accelerația rămînea constantă. Galilei a sintetizat toate acestea în prima sa lege a mișcării (prima lege a cinematicii): „Distanțele parcurse în mișcare naturală sînt proporționale cu pătratele duratelor de timp necesare parcurgerii distanțelor respective." De regulă, astăzi ne referim la această descoperire a lui Galilei ca la legea mișcării uniform accelerate. Ea stabilește simplul fapt că, neglijînd rezistența aerului, accelerația rămîne întotdeauna aceeași.

De-a lungul vieții sale, Galilei a explorat diferite aspecte legate de mișcare și mecanică. Deja, încă din 1590, Galilei scrisese o lucrare intitulată *De motu gravium* („Despre mișcarea corpurilor grele"). Acolo el actualiza principalele idei aristoteliene despre mișcare, folosindu-se de idei promo-

vate cu trei sute de ani mai devreme de către Jean Buridan (cca 1295–1358). Vreme de secole gînditorii s-au străduit să înţeleagă de ce zboară săgeata, o întrebare la care Aristotel răspunsese nesatisfăcător prin a sa teorie a mişcării proiectilelor (obiecte aruncate sau propulsate printr-un mijloc oarecare, cum ar fi o minge, o săgeată sau un glonţ). Aristotel credea că totul revine la starea sa naturală. Dar o săgeată sau o piatră aruncată continuă să se deplaseze orizontal, din momentul în care sînt lansate în aer. Întrucît Aristotel insista asupra faptului că mişcarea necesită un contact nemijlocit cu forţa propulsoare, el a ajuns la concluzia că aerul, dislocat de obiectul aflat în mişcare, se strecura pe lîngă obiectul respectiv, asigurîndu-i impulsul (sau forţa de mişcare) care îi menţinea starea de mişcare. Buridan, care studiase sub îndrumarea lui William de Ockham, a contestat acest scenariu aristotelian. El considera că impulsul furnizat de forţa de mişcare iniţială era suficient, el singur, să asigure mişcarea nesfîrşită a obiectului, fără alt ajutor dat de mişcarea aerului. El mai credea că ceea ce este valabil pe Pămînt este valabil şi în cer. Aşa încît şi-a aplicat ideile sale despre mişcare asupra cerului, unde considera că sferele, o dată puse în mişcare de Dumnezeu, nu mai aveau nevoie de ajutor din partea îngerilor pentru a rămîne în mişcare, aşa cum credeau mulţi învăţaţi medievali.

Preluînd parţial ideile lui Buridan, Galilei a conceput o nouă teorie a impulsului: în absenţa rezistenţei, o mişcare violentă îşi va păstra constante viteza şi direcţia. Sau, într-o exprimare mai simplă, în vid (unde nu există rezistenţa prezentă în atmosferă) un obiect o dată pus în mişcare îşi va păstra viteza şi direcţia de mişcare neschimbate pînă cînd va interveni ceva care să-i modifice direcţia sau viteza.

Cînd a terminat, Galilei a ajuns să renunțe la multe din ideile lui Aristotel. N-a renunțat totuși niciodată cu adevărat la ideea lui Aristotel că mișcarea obiectelor este ca o reacție la propriile lor „dorințe" sau tendințe înnăscute – de exemplu, o piatră cade la sol deoarece „dorește" să revină în starea ei naturală. Oricît de rebel era și oricît spirit de independență avea, Galilei n-a remarcat faptul că felul în care se mișcau obiectele rezulta pur și simplu din masa lor inerțială și din aplicarea forței. Asta avea să vină mai tîrziu, o dată cu opera lui Isaac Newton.

În vreme ce Galilei continua să lucreze asupra ideilor sale legate de natura mișcării, el a mai promovat și ideea că obiectele de pe suprafața terestră nu sînt afectate de mișcarea planetei (în apărarea heliocentrismului copernician). Dar pînă și Galilei a avut propriile sale puncte slabe, afirmînd că mișcările mareice ar fi o dovadă ce susține afirmațiile lui Copernic referitoare la faptul că Pămîntul se mișcă și nu este staționar – o contradicție în cadrul propriei sale argumentații.

TELESCOPUL: SĂ CREZI DOAR CEEA CE VEZI

Cît despre inventarea telescopului, nu Galilei a fost, de fapt, inventatorul. Cam pe la 1609 el a auzit despre un dispozitiv realizat de un fabricant de ochelari din Flandra, o țeavă prevăzută cu lentile prin care te puteai uita și vedea detaliile de pe o corabie aflată încă în largul mării – chiar și marinarii cățărați pe velatură. Galilei a dedus pe baza zvonurilor cam cum ar trebui construit un asemenea dispozitiv și și-a construit unul singur. Dar chiar dacă nu a fost primul care a realizat un telescop, a fost cu siguranță primul care s-a gîndit să-l folosească în mod sistematic la studierea

cerului, în loc de a-l întrebuința numai ca să vadă navele de pe mare sau să observe mișcările de trupe într-o bătălie. El și-a îndreptat privirea a cărei acurateţe fusese astfel îmbunătățită spre Lună, spre stele (inclusiv Calea Lactee) și spre planete. Și ceea ce a văzut a stîrnit o mare agitație în Europa secolului al XVII-lea.

Astfel el a descoperit că Luna nu este o sferă netedă și perfectă cum își închipuiseră majoritatea astronomilor și filozofilor de la Aristotel și pînă atunci. „Sînt sigur", scria el bazîndu-se pe propriile observații, „că suprafața Lunii nu este perfect netedă, lipsită de denivelări și exact sferică, așa cum consideră un mare număr de filozofi... Amploarea... proeminențelor și a depresiunilor de pe Lună pare să depășească și în mărime și în întindere neregularitățile scoarței terestre" De fapt, el a văzut că Luna are munți înalți și zone întunecate pe care le-a numit *maria* sau „mări" (contrar a ceea ce știm noi acum: că nu există nici o picătură de apă pe Lună).

Apoi, într-o noapte, spre uimirea sa, în timp ce privea spre planeta Jupiter, în apropierea planetei a văzut mai întîi trei – apoi, după cîteva săptămîni, patru – corpuri cereşti necunoscute pe care le-a denumit noi „stele" Nimeni nu le mai văzuse pînă atunci. Cunoscuți astăzi ca sateliții „galileeni" ai lui Jupiter, aceştia erau cei patru sateliți uriași care orbitează în sistemul planetei gigantice: Io, Europa, Ganymede și Callisto. Dar sînt prea mici ca să fie văzuți cu ochiul liber. Aceasta era prima oară cînd cineva folosise un sistem de amplificare pentru observarea lor.

Descoperirea sateliților lui Jupiter conținea multe implicații pentru viziunea lui Copernic asupra Sistemului Solar. Mulți detractori atacaseră conceptul copernician obiectînd

că, dacă Pământul nu este în centrul universului, atunci de ce numai Pământul are un satelit care se roteşte pe orbită în jurul lui? Şi iată că acum Galilei descoperise o planetă care avea nu unul, ci patru sateliţi rotindu-se pe orbită. Poate că, pînă la urmă, viziunea lui Copernic asupra lumii nu era atît de prostească.

Au urmat multe alte descoperiri. El şi-a îndreptat telescopul spre Venus şi a văzut că, la fel ca şi Luna, această planetă trecea şi ea prin mai multe faze – de la „lună nouă" la „lună plină" şi iar la „lună nouă". El a conchis că, la fel ca în cazul Lunii, strălucirea lui Venus nu provenea de la o lumină proprie, ci de la lumina reflectată a Soarelui. Noile observaţii făcute asupra lui Venus păreau să confirme şi ele ideile revoluţionare ale lui Copernic, aşa cum le modificase Kepler. După toate aparenţele, telescopul lui Galilei făcea ca „ideile bizare" ale lui Copernic să pară tot mai probabile, cu fiecare zi care trecea.

În 1610 Galilei şi-a publicat observaţiile într-o carte pe care a intitulat-o *Sidereus nuncius* („Mesagerul stelelor"). Ca rezultat al acestei lucrări el s-a bucurat de o considerabilă notorietate. El a devenit „filozof şi prim matematician" al marelui duce al Toscaniei, Cosimo al II-lea de Medici. A fost ales într-o elită de oameni de ştiinţă denumit *Academia dei Lincei* (Academia celor cu ochi de linx), numită după animalul despre care se crede în mod tradiţional că are vederea cea mai ageră. Şi, firesc, Galilei şi-a atras în acelaşi timp o invidie considerabilă din partea semenilor săi.

ARGUMENT ŞI CAPITULARE: PROCESUL

Dat fiind spiritul vremurilor sale, era inevitabil ca descoperirile şi scrierile lui Galilei să nu fie considerate ca

ofensatoare la adresa religiei. Mai grav era faptul că stilul scrierilor sale atrăgea noi convertiți nu numai către sistemul copernician ci și către un mod în întregime nou și tulburător de a concepe natura. În 1616, Sfîntul Oficiu al Bisericii de la Roma a condamnat ideea că Soarele s-ar afla în centrul cosmosului și, exercitîndu-și imensa putere, i-a interzis în mod expres lui Galilei să-și propage ideile sau să le apere în scris.

În mod destul de ciudat, cîțiva ani mai tîrziu, cînd Biserica a căutat să rescrie lucrările lui Copernic pentru a le adapta la teologia curentă, Galilei, gîndindu-se probabil că argumentele sale superioare vor lămuri lucrurile și crezînd că Biserica va adopta o poziție mai liberală, s-a oferit să facă el însuși acest lucru.

GIORDANO BRUNO: UN MARTIR AL ȘTIINȚEI?

Multe relatări din istoria științei invocă soarta călugărului dominican Giordano Bruno ca exemplu concludent privind numeroasele persecuții suferite de oamenii de știință din secolele al XVI-lea și al XVII-lea din partea autorităților religioase. Dar, tehnic vorbind, Bruno nu a fost un participant de bună-credință la această nouă și incitantă revoluție a modului de a privi spre lumea înconjurătoare.

Un om ciudat, mohorît și închis în sine, Bruno s-a născut în apropiere de Neapole în 1548, fiind fiul unui soldat sărac. După ce a urmat cursurile Universității din Neapole, el a intrat la o mănăstire dominicană în 1563. Gînditor radical, dar și un mistic devotat, Bruno a fost un înfocat orator public, iar aserțiunile sale ferme privind o varietate de subiecte pe

care Biserica le considera eretice l-au pus adeseori în pericol din partea autorităților. Permanent fugar și concepînd în permanență idei mistice și fanatice cu un caracter extremist, el a fugit de la Roma la Geneva, căutînd consolare la Paris, și ajungînd să rătăcească prin toată Europa. În cursul călătoriilor sale a mai ținut conferințe în Anglia și Germania, pînă cînd a fost arestat în cele din urmă la Veneția, în 1592.

Filozofia lui Bruno era un amalgam de idei, care includea convingerea că spațiul este infinit și prin urmare că ar putea exista oameni pe alte planete în univers. Tocmai această credință l-a făcut să fie inclus în cărțile populare de istoria științei. Totuși există puține dovezi că Bruno a ajuns la aceste idei în urma unui proces logic sau științific. În schimb, ele constituie doar niște exemple privind numeroasele idei, adesea contradictorii, din care și-a creat marca propriei identități stăpînite de un misticism întrucîtva incoerent.

Giordano Bruno a fost ars pe rug la Roma în 1600, după un proces care a durat șapte ani. El a refuzat pînă la sfîrșit să retracteze, mergînd pînă la gestul de a întoarce cu susul în jos o cruce care i-a fost oferită în timp ce rugul era aprins. Deși unele cărți populare susțin că execuția lui Bruno s-a datorat credinței sale în infinitatea spațiului și în posibilitatea ca și alte planete să fie locuite, acestea erau niște puncte nesemnificative de pe lunga listă a ceea ce Biserica considera a fi erezii periculoase. A fost, fără doar și poate, un martir al cauzei libertății de gîndire și al libertății cuvîntului. Dar nu a fost ceea ce s-ar putea numi un erou în slujba științei timpurii.

În 1632 Galilei a publicat *Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii*. Prezentarea lui a luat forma

unei dezbateri între trei personaje, unul dintre ele apărîndu-l pe Copernic, iar un altul vorbind în numele lui Aristotel. Galilei a susținut că a vrut să prezinte o „confruntare" corectă și egală. Dar cel care vorbea în numele lui Aristotel a fost numit Simplicio – ceea ce oferă un indiciu clar privind adevărata părere a lui Galilei. În același timp, argumentele în favoarea ideilor lui Copernic erau mai atent elaborate și mai

Frontispiciul lucrării lui Galilei: Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii, *care prezintă o discuție aprinsă, chiar dacă imaginară, între Aristotel (stînga), Ptolemeu și Copernic (dreapta), care desigur că nu ar fi avut cum să se întîlnească.*

bine formulate. Autoritățile Bisericii au fost ofensate la culme. Într-o perioadă cînd protestantismul devenea tot mai insistent și mai supărător, Biserica Catolică nu-și putea permite să dea impresia că abandonează tradiția. Și, mai important, autoritățile religioase nu-și puteau permite să manifeste slăbiciune.

Ajuns la vîrsta de 70 de ani, Galilei a fost convocat la Roma. A fost acuzat de erezie pentru credința sa că „Soarele se află în centrul lumii și este nemișcat și că Pămîntul nu este centrul" Biserica și-a dat seama de tentativele lui de a evita directiva din 1616. Cît despre cine avea dreptate în privința felului în care funcționează cu adevărat lumea, cei mai mulți dintre oponenții lui Galilei au refuzat chiar și să se uite prin telescopul acestuia sau să-i asculte argumentele. Dovada lui, obținută prin intermediul observațiilor, continua să aparțină unei noi abordări și ei considerau că deja cunosc adevărul. Dacă telescopul lui Galilei arăta altceva atunci, argumentau ei, de bună seamă că instrumentul cu pricina avea un cusur și de ce și-ar mai pierde timpul? Galilei a fost curajos și a crezut cu insistență în ideile sale, dar în același timp și-a forțat norocul și, desigur, n-a fost niciodată renumit pentru tactul său.

La Roma, a fost găsit vinovat de erezie și condamnat la închisoare. În cele din urmă, la biserica Santa Maria Sopra Minerva, temîndu-se de tortură, el a capitulat rostind celebra sa replică: „Nu susțin și nu am susținut această idee a lui Copernic de cînd mi s-a adus la cunoștință că trebuie s-o abandonez."

Conform legendei, pe cînd fragilul și bătrînul om de știință se îndepărta, a mormăit cu încăpățînare: „Și totuși Pămîntul se mișcă!" Dar, chiar dacă Galilei era un tip

încăpățînat, știa cine deține atuurile. Biserica atotputernică cîștigase bătălia. Iar Galilei, care se poate să fi fost uneori cutezător, nu era un prost. Ce-o fi gîndit în acele clipe nu vom ști niciodată, dar este improbabil, dată fiind situația, ca el să fi spus cu adevărat așa ceva. Este un omagiu adus personalității sale puternice și influenței marcante pe care individualitatea sa a avut-o asupra istoriei, omagiu pe care legenda îl perpetuează fără vreo dovadă care să-l susțină.

Deși Galilei nu a fost de fapt închis niciodată, marea sa carte a fost interzisă și el și-a petrecut tot restul zilelor sub arest la domiciliu la Arcetri, unde a fost vizitat, printre alții, de tînărul poet John Milton și de unde a influențat evoluția filozofului Thomas Hobbes. În pofida faptului că nu a fost agreat de Biserică, el își clădise deja o nișă a lui, proprie, în istoria omenirii, și știa lucrul acesta. Așa cum a afirmat chiar el, „am deschis drumul spre această știință vastă și de cea mai bună calitate, pentru care opera mea nu reprezintă decît începutul, oferind căi și mijloace cu ajutorul cărora alte minți, mai agere decît a mea, vor explora cotloanele ei cele mai îndepărtate."

„Gîndirea logică pură", scria cîndva Albert Einstein, „nu ne poate oferi nici un fel de cunoștințe despre lumea empirică. Toată cunoașterea despre realitate începe cu experiența și se sfîrșește o dată cu ea... Dat fiind că Galilei a înțeles foarte bine și îndeosebi pentru că a propagat cu insistență această abordare în lumea științifică, el este părintele fizicii moderne, ba chiar al întregii științe moderne."

Galileo Galilei a murit pe 8 ianuarie 1642, în același an în care un alt mare om de știință, Isaac Newton, se năștea în Anglia.

CAPITOLUL 5

NEWTON, LEGILE MIŞCĂRII ŞI „REVOLUŢIA NEWTONIANĂ"

Dacă am văzut mai departe, e pentru că m-am ridicat pe umerii unor giganţi.

Isaac Newton

Moartea lui Galilei în 1642 a marcat sfîrşitul unei epoci. El a pus fundamentul unei noi şi puternice „metode ştiinţifice" în Italia. Dar încă din timpul vieţii lui Galilei şi, cu siguranţă, în jurul anului cînd acesta a murit, marea Renaştere italiană intra în declin. Astfel, prin 1642, Italia nu mai oferea cel mai bun mediu pentru pregătirea oamenilor de ştiinţă.

Prin alte părţi din Europa şi Anglia apăruseră noi structuri politice care să înlocuiască vechile societăţi feudale, state naţionale cu politici mai mult sau mai puţin unificate. În Italia, totuşi, vechile oraşe-state îşi păstraseră animozităţile reciproce şi nu dădeau impresia că ar putea să se unească pentru a putea forma o forţă similară. Între timp, spre sfîrşitul secolului al XV-lea, se găsise o cale de a ocoli Africa pe la Capul Bunei Speranţe, stabilindu-se rute comerciale spre Orient

care înlocuiau rutele terestre ce treceau prin Orientul Mijlociu şi asupra cărora Italia deţinuse multă vreme monopolul. Prin 1661, englezii au cucerit oraşul Bombay şi, în consecinţă, legăturile comerciale cu India s-au intensificat considerabil. Şi, printr-o ironie a sorţii, Lumea Nouă de peste Atlantic, descoperită pentru europeni de către italianul Cristofor Columb în 1492, a început şi ea pe la mijlocul secolului al XVII-lea să umple vistieriile Angliei şi ale vecinilor săi nord-europeni. Columb, firește, nu navigase sub steag italian, pentru că nu exista un stat italian unificat şi nici unul dintre oraşele-state italiene nu avusese suficiente resurse şi un interes îndeajuns de mare ca să-l trimită. Italia şi Grecia nu mai constituiau centrul lumii occidentale. Iar spiritul de expansiune care a devenit dominant în Nord – în Anglia, Franţa şi Olanda – oferea acum un teren mai bun pentru valorificarea noilor progrese din ştiinţă.

În plus, atitudinea puternic represivă a contrareformei romano-catolice a avut un impact mult diminuat în Nord. În 1534 Anglia şi-a înfiinţat Biserica Anglicană independentă, avîndu-l ca lider pe regele Angliei şi nu pe papa de la Roma. Prin 1642, o serie de războaie civile, cunoscute şi ca Revoluţia puritanilor, au dus şi mai departe cauza libertăţii de gîndire. Deşi Anglia a revenit la monarhie în 1660, conflictele de idei de pe fronturile politic şi religios au introdus o stare de turbulenţă intelectuală care a favorizat apariţia unor noi idei şi a unui mod de gîndire mult mai liber.

MARELE SINTETIZATOR

Aceasta era lumea în care a văzut lumina zilei Isaac Newton, la 25 decembrie 1642. Evenimentul s-a produs în decorul unei ferme din satul Woolsthorpe din Lincolnshire,

Isaac Newton

un comitat preponderent agricol din estul Angliei. Născut prematur, era atît de micuţ încît mamei sale îi plăcea să spună că ar încăpea într-un ibric. A avut o copilărie singuratică. Tatăl său a murit înainte de naşterea sa, iar mama lui, care s-a recăsătorit cînd Newton avea trei ani, l-a încredinţat bunicii lui, care a avut grijă de el în cea mai mare parte a primilor săi ani de viaţă. Tînărul Isaac îşi petrecea timpul construindu-şi mici jucării, cum ar fi zmeie de hîrtie ce purtau lumînări aprinse, ceasuri cu apă şi ceasuri solare. A locuit o vreme la un farmacist unde a devenit fascinat de alchimie, care încă mai reprezenta singurul mod de a practica studiul chimiei în acele vremuri. Vădea o deosebită curiozitate, dar nu era o

inteligență prea promițătoare în școală – cel puțin pînă cînd s-a încăierat cu bătăușul școlii, care întîmplător era și primul din clasă la învățătură. Orgolios și certăreț, Newton a început dintr-o dată să se cufunde în studiu, ca să se poată măsura cu rivalul său.

Mama lui Newton, căreia îi murise între timp și cel de-al doilea soț, presupusese întotdeauna că fiul ei va prelua conducerea fermei. Dar cînd acesta a terminat școala și a trebuit să se ocupe de fermă, a devenit limpede că nu avea nici un fel de aptitudini pentru aceasta, profitînd în schimb de orice prilej pentru a se refugia în lumea cărților. Și astfel, datorită sugestiei unui unchi care era membru al Trinity College din Cambridge, băiatul a fost trimis la Universitatea Cambridge, ale cărei cursuri le-a urmat din 1600 pînă în 1605, cînd a absolvit. Cu toate acestea, chiar și la vîrsta de 23 de ani, Isaac Newton nu dădea semne deosebite de inteligență. Nu se întrezărea nici un indiciu cum că el avea să devină marele unificator al revoluției științifice care va sintetiza ideile preluate de la Copernic, Kepler, Galilei și de la mulți alții. Nu dădea nici un semn cum că el avea să fie responsabil pentru marile progrese realizate în fizica teoretică și în înțelegerea corpurilor aflate în mișcare. Și nu stîrnea nici urmă de bănuială asupra marilor contribuții pe care avea să le aducă în domeniile opticii și matematicii.

Dar în 1665 infecția bubonică – Marea Ciumă – a lovit Londra, închizînd practic porțile orașului. După scurt timp, același lucru s-a întîmplat și la Cambridge, așa că Newton a părăsit universitatea și a plecat la ferma din Lincolnshire, în căutarea unei relative siguranțe. Aici, într-o vacanță forțată de 18 luni, a început să adune laolaltă unele idei. Rezultatele au marcat începutul unei lungi și fructuoase cariere în știință –

una dintre puținele consecințe pozitive ale epidemiilor de ciumă care au secerat Europa acelor vremuri. În această perioadă, Newton a stabilit fundamentul pentru calculul infinitezimal, o metodă matematică de calcul care va revoluționa metodica rezolvării unor ecuații complicate. Și tot în această perioadă el a observat un măr căzînd pe pămînt (deși e puțin probabil ca acesta să-i fi căzut în cap, cum susține legenda). Evenimentul l-a făcut să se întrebe dacă nu cumva forța care atrage mărul spre Pămînt era aceeași cu cea care menține Luna pe orbită. Noțiunea reprezenta o mare ruptură de tradiția aristoteliană, care susținea insistent că pe Pămînt și în cosmos funcționează două seturi de legi diferite. Newton a început să observe cum merele se supun aceloraşi legi naturale ca și Luna și să devină tot mai convins de faptul că există un singur set de legi universale, nu două.

În timpul șederii lui silite la fermă, Newton a mai efectuat o serie de experimente fascinante legate de lumină. La acea vreme, toată lumea presupunea că lumina albă înseamnă absența culorii. Pentru a verifica acest lucru, el a fixat o prismă în fața unei tăieturi practicate într-o draperie groasă, dintr-o cameră întunecoasă, astfel încît lumina soarelui să treacă prin ea înainte de a se proiecta pe un ecran. Lumina s-a separat în toate culorile curcubeului, roșu, oranj, galben, verde, albastru și violet. De unde apăruseră toate aceste culori? Au fost create în prismă? Newton bănuia că erau componentele luminii însăși, așa că a trecut lumina refractată, „spectrul" culorilor, printr-o a doua prismă rotită în direcție opusă față de prima. Culorile s-au recombinat și pe ecran a apărut o pată de lumină albă curată.

Newton a revenit la Cambridge în 1667 unde a început să predea matematica în 1669. La numai 25 de ani, cînd a

revenit la Cambridge, Newton își delimitase domeniile de activitate pentru întreaga sa viață. Dar el nu lucra de unul singur. A trăit într-o perioadă în care științele prezentau un mare interes, plină de provocări, schimburi de idei și dezbateri. În 1662, o grupare de entuziaști ai științei din Anglia a înființat o prestigioasă organizație numită Royal Society, având drept scop promovarea cauzei științei. În fiecare săptămînă membrii ei prezentau experimente și noi descoperiri. Pînă în 1675 ei au reușit să-l convingă pe rege să construiască Observatorul Regal. Anglia avea nevoie de hărți de navigație cît mai exacte și astfel se justifica necesitatea creării unor facilități pentru alcătuirea unor hărți astronomice cît mai precise. Iar John Flamsteed (1646–1719), primul astronom regal al Angliei, a început să alcătuiască tabele meticuloase cu pozițiile stelelor și hărți astrale. În 1672 Newton a fost admis ca membru al Societății Regale, unde și-a prezentat experimentele legate de lumină și de optică.

Robert Hooke (1635–1703), curatorul societății, făcuse niște experimente similare – deși nu tot atît de detaliate și de concludente ca ale lui Newton – și imediat s-a simțit ofensat. În 1665 el își publicase teoria ondulatorie a luminii în lucrarea intitulată *Micrographia*, comparînd diseminarea luminii cu undele generate în apă. El mai propusese și o teorie a culorilor, lucrînd cu culorile membranelor și observînd lumina prin niște plăci subțiri de mică. Dar observațiile sale au luat în considerare doar două culori, roșu și albastru, iar explicațiile sale nu au fost suficiente. Cu toate acestea, el avea impresia că Newton pășise pe teritoriul lui și astfel s-au iscat animozități care au durat toată viața.

Newton nu a avut niciodată relații prea cordiale cu nici unul din contemporanii săi. Copilul singuratic a rămas singur

toată viața lui, un celibatar convins, mereu ușor paranoic și fără doar și poate întotdeauna pus pe harță. Așa se face că, în majoritatea cazurilor, el nu a colaborat cu alți oameni de știință. Cu toate acestea, s-a inspirat, așa cum a recunoscut întotdeauna fără ezitare, din ideile altora, adunînd laolaltă, clarificînd și sintetizînd metode și teorii care păreau valabile, dar contradictorii.

Metodele științifice ale conaționalului lui Newton, Francis Bacon (1561–1626), născut cu aproape 100 de ani înaintea lui, și ale filozofului francez René Descartes (1596–1650) constituiau un bun exemplu în acest sens. În 1620, Bacon a propus metoda numită astăzi raționament inductiv, sau *a posteriori*. Ca și Galilei, el credea că ideile științifice trebuie să se bazeze pe observații directe și experimente. Iar concluziile despre adevărurile universale trebuie trase pornind de la observarea elementelor particulare. El susținea că un raționament deductiv, sau *a priori*, genul acela de „filozofie de fotoliu" în care grecii se complăcuseră atît de mult, îi purtase pe gînditori pe căi greșite prea multă vreme. Ideile lui Bacon au căpătat forță deoarece se potriveau cu poziția religioasă a țării sale, care încuraja experiența religioasă personală în detrimentul dogmei, precum și cu Revoluția Industrială din secolul următor, care avea să consolideze puterea economică crescîndă a Angliei.

Între timp, în Franța, Descartes, mai tînăr cu 35 de ani decît Bacon, a oferit o viziune în multe privințe opusă prin al său *Discours sur la méthode* („Discurs asupra metodei"), publicat în 1637. El a stabilit metoda deductivă de raționament, în care raționamentul *a priori* joacă un rol esențial, pornindu-se de la general la particular.

Pentru Descartes, întrebarea-cheie era cum ajunge cineva să știe ceva? De exemplu, de unde știu că exist? În al său *Discours*, Descartes a ajuns, în final, la următoarea concluzie: „Cogito ergo sum" („Cuget, deci exist"). El a promovat ideea unui univers mecanicist, creat de Dumnezeu, dar funcționînd în conformitate cu legile stabilite de la bun început. (N-a făcut pasul pînă la ideea că, după ce a pus universul în mișcare, Dumnezeu nu a mai intervenit; această idee avea să apară mai tîrziu, în Epoca Iluminismului.) Universul, susținea el, este alcătuit din două tipuri de materie – materia creată, sau „extensivă" și substanța-suflet a ființelor gînditoare (oamenii) – și această dualitate a devenit o parte importantă a filozofiei carteziene (numită astfel după Descartes). Descartes a fost o persoană extrem de influentă în Europa secolului al XVII-lea, în pofida faptului că, în unele privințe, filozofia sa părea o revenire la vechile metode ale grecilor.

Dar René Descartes a fost totodată și primul care a încercat să obțină o schemă cuprinzătoare a universului folosindu-se de o exprimare matematică. Una dintre contribuțiile sale de frunte a fost inventarea geometriei analitice, datorită căreia au devenit posibile calcule mult mai complexe decît se făceau pînă atunci. Pînă la introducerea calculului infinitezimal în arsenalul matematicii, aceasta a fost cea mai mare descoperire în domeniul instrumentelor cantitative ale matematicii începînd de la clasicismul grecesc.

Beneficiind de moștenirea lăsată de acești doi mari gînditori, Newton, la rîndul său, va prelua experimentalismul și abordarea inductivă a lui Bacon, Galilei și Gilbert, le va combina cu abordarea cantitativă a lui Descartes și va consolida o nouă metodă, și mai puternică, aplicînd instrumentele

matematicii pentru a ajunge la rezultatele experimentale şi a le clasifica.

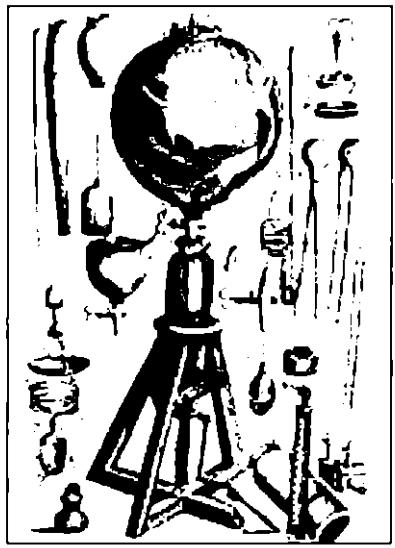
FONTENELLE: PRIMUL AUTOR PROFESIONIST DE ŞTIINŢĂ POPULARIZATĂ

Deşi alţii au scris cărţi şi articole despre ştiinţă adresate cititorului instruit, Bernard le Bovier Fontenelle (1657–1757) a fost primul autor care şi-a dedicat întreaga carieră scrierii de cărţi şi articole în care ştiinţa era explicată marelui public. Născut în oraşul francez Rouen, ca fiu al unui avocat, Fontenelle a renunţat la studiile de drept pentru a deveni scriitor. După succesele modeste înregistrate ca autor de poezie şi piese de teatru, el a devenit interesat de ştiinţă. Prima lui carte în domeniul ştiinţei popularizate a fost o prezentare a noilor descoperiri din astronomie, intitulată *Entretiens sur la pluralité des mondes* („Discuţii despre pluralitatea lumilor"), publicată în 1686. Succesul cărţii a fost instantaneu şi mulţi ani după aceea a fost mereu reeditată. Fiind un susţinător convins al ideilor filozofice şi ştiinţifice ale lui Descartes, Fontenelle nu a acceptat niciodată în întregime ideile lui Newton. El a fost totuşi un stilist desăvîrşit şi scrierile sale au contribuit la informarea unui mare număr de cititori cu privire la activităţile şi teoriile ştiinţifice ale epocii. Fără să se mărginească la „marea imagine cosmologică", el a scris despre numeroase domenii ale ştiinţei, ca şi despre reprezentanţii acesteia, aruncînd lumină asupra subiectelor tratate. După ce a devenit membru al Academiei de Ştiinţe, în 1696 el a început o colaborare lungă de 42 de ani ca secretar perpetuu al Academiei. Tocmai în această calitate el şi-a scris cea mai importantă şi mai celebră lucrare,

Histoires, în care a sintetizat activitatea ştiinţifică a contemporanilor săi din toate domeniile, precum şi o lungă serie de *Eloges* („Elogii") ale unor savanţi celebri prezentate după trecerea acestora în nefiinţă. Talentat şi cu un temperament plăcut, Fontenelle a fost în acelaşi timp un om fericit şi stăpînit de o curiozitate fecundă, fiind îndrăgostit de munca sa. O moarte liniştită a pus capăt unei vieţi trăite cu rost, cînd mai avea doar o lună pînă să împlinească vîrsta de o sută de ani.

Descartes a mai făcut o încercare de a rezolva problema generată de opera lui Kepler, marele mister al epocii: de ce planetele se mişcă pe orbite eliptice? În acest caz, în mod destul de ciudat, abordarea lui a fost mai degrabă descriptivă decît matematică. Descartes susţinea, asemenea adepţilor lui Aristotel, că vidul nu exista, şi că planetele sînt purtate în jurul Soarelui de un mare vîrtej de fluid sau de eter. Şi a mers mai departe: deşi Dumnezeu a stabilit un set de legi fundamentale în natură, din acele vortexuri mobile, mişcările eterne ale universului fizic, se puteau forma noi stele, sisteme solare şi planete. Viziunea mecanicistă a lui Descartes asupra universului a dobîndit o poziţie puternică în gîndirea europeană a vremii sale şi a pregătit terenul pentru Epoca Iluminismului care a urmat în secolul al XVIII-lea. Dar el răspîndise ideile despre eter şi vortexuri din „fotoliul" său filozofic; acestea erau teorii pur descriptive, fără vreo dovadă cantitativă.

Problema orbitelor eliptice a atras cele mai luminate minţi ale secolului, printre ele numărîndu-se Christiaan Huygens (1629–1695) din Olanda, pe care unii îl consideră



Pompă de aer construită de Robert Boyle și Robert Hooke pentru crearea vidului

cel mai mare om de știință, după Newton, din a doua jumătate a secolului. El a fost primul care a obținut o estimare cantitativă a mărimii forței necesare pentru a pune în mișcare un obiect pe o traiectorie circulară. Trei membri ai Societății Regale – Robert Hooke, Christopher Wren (1632–1723) și Edmond Halley (1656–1742) – au analizat cazul unei planete aflate pe orbită circumsolară în lumina rezultatelor lui Huygens. Ei au obținut o formulă care justifica din punct de vedere matematic o orbită circulară în jurul Soarelui. Dacă forța cu care Soarele atrage o planetă se reduce invers proporțional cu pătratul distanței, atunci planeta se va mișca pe un cerc. Cu alte cuvinte, dacă Marte s-ar afla la o distanță dublă față de Soare în comparație cu Mercur, forța de atracție exercitată de Soare asupra lui Marte ar fi un sfert din cea

exercitată asupra lui Mercur. Dacă planete şi mai îndepărtate s-ar afla la distanţe de patru ori mai mari faţă de Soare, forţa ar fi de o şaisprezecime. Şi totuşi nimeni nu a rezolvat misterul elipsei.

Halley, care era preşedinte al Societăţii Regale, l-a cunoscut pe Newton la Cambridge în 1684. Atunci i-a pus lui Newton problema orbitelor eliptice. În timpul vacanţei forţate de 18 luni din perioada 1665–1666, Newton ajunsese deja la aceeaşi formulă matematică, „legea pătratelor inverse", stabilită de Hooke, Wren şi Halley. Gîndindu-se la măr şi la Lună, amîndouă atrase de forţa Pămîntului, el s-a gîndit că forţa va scădea proporţional cu pătratul distanţei de la centrul Pămîntului. Dar cînd, pentru a demonstra acest lucru, a încercat să determine de cîte ori este mai depărtată Luna faţă de centrul Pămîntului prin comparaţie cu mărul, s-a încurcat în calcule şi s-a lăsat păgubaş. Aşa că niciodată nu şi-a publicat această lucrare. Dar între timp reuşise să obţină o valoare pozitivă a razei Pămîntului de la care să pornească, după cum dobîndise şi o mai mare maturitate şi experienţă matematică. Rezultatul s-a concretizat în cea mai importantă lucrare a lui Newton, *Philosophiae naturalis principia mathemathica*, sau „Principiile matematice ale filozofiei naturale" (cunoscută sub numele de *Principia*), pe care a scris-o în 18 luni. Totuşi, lucrarea a devenit subiectul unei noi controverse între Hooke şi Newton, Hooke subliniind că el formulase legea pătratelor inverse într-o scrisoare adresată lui Newton cu mult timp în urmă. Societatea Regală s-a dat înapoi de la asumarea sarcinii de a publica lucrarea. Dar Halley a intervenit, a asigurat banii pentru publicare, a înlăturat temporar neînţelegerile survenite între Newton şi Hooke şi chiar a corectat şpalturile lucrării. Doar 2500 de

exemplare s-au tipărit în prima ediție a operei în trei volume, publicată în 1687.

TREI LEGI ALE MIȘCĂRII

Mergînd pe urmele lui Copernic, Kepler și Galilei, Newton a înfățișat în *Principia* o viziune asupra lumii exprimată în termeni matematici. În prima carte lucrarea tratează legile care guvernează mișcarea, sintetizînd mare parte din opera lui Galilei asupra acestui concept fundamental.

Galilei a înțeles că forțele modifică starea de mișcare a obiectelor și faptul că, dacă este lăsat liber, un obiect în mișcare se va deplasa veșnic în linie dreaptă. Așa încît pentru început, în ceea ce a devenit cunoscut ca prima lege a mișcării sau legea inerției, Newton a sintetizat ceea ce Galilei afirmase deja: un obiect aflat în repaus tinde să rămînă în repaus. Un obiect în mișcare tinde să-și continue mișcarea cu o viteză constantă și în linie dreaptă.

În cadrul celei de-a doua legi Newton arată că forța care se aplică unui obiect este direct proporțională cu accelerația acestuia. Dar cu cît este mai masiv obiectul, cu atît rezistă mai mult accelerării. Iată de ce este mai ușor să arunci o piatră ușoară decît una grea.

În cadrul celei de a treia legi, Newton a stabilit că pentru fiecare acțiune există o reacțiune egală și de sens contrar. Sau, altfel spus, cînd un obiect exercită o forță asupra unui al doilea obiect, acesta din urmă reacționează asupra primului cu o forță egală și de sens contrar. Lansarea unei rachete constituie un bun exemplu de aplicare a celei de-a treia legi a lui Newton. Racheta exercită asupra gazelor de reacție o forță îndreptată în jos, iar acestea, conform celei de-a treia legi a lui Newton, reacționează în sens invers. Dacă impulsul

ascensional al gazelor depăşeşte greutatea vehiculului, racheta se înalţă de pe rampa de lansare în aer.

Newton a fost primul care a făcut diferenţa dintre masa şi greutatea unui obiect, doi termeni pe care mulţi dintre noi şi astăzi îi folosim cu sensuri echivalente în limbajul de zi cu zi, dar care prezintă diferenţe importante în fizică. Masa unui corp reprezintă rezistenţa acestuia la accelerare. Sau, cu alte cuvinte, masa unui corp este măsura inerţiei acestuia. Greutatea unui corp este mărimea forţei gravitaţionale existente între acel corp şi un altul (de exemplu Pământul). Un exemplu potrivit al diferenţelor dintre aceste două mărimi este faptul că în spaţiu greutatea unui astronaut (mărimea forţei gravitaţionale dintre corpul astronautului şi Pământ) poate fi neglijabilă. Dar masa astronautului (rezistenţa la accelerare) rămîne neschimbată, ca şi cînd acesta s-ar afla pe Pământ. Atenţia lui Newton pentru precizia limbajului, alături de folosirea limbajului universal al matematicii, au avut o importanţă deosebită la dezvoltarea ştiinţei, care între timp devenise îndeajuns de complicată pentru a impune distincţii dintre cele mai fine.

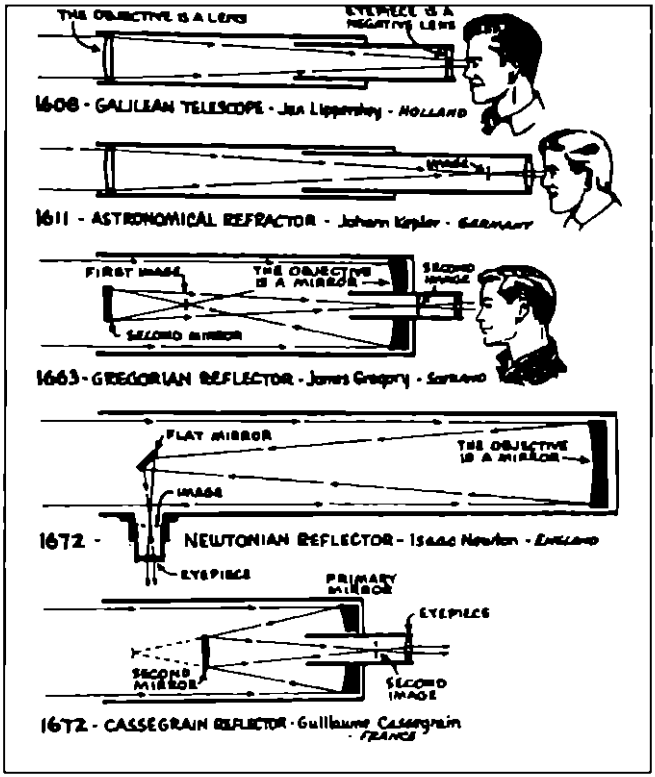
Newton a folosit cele trei legi pe care le-a formulat în cartea întîi din *Principia* ca bază pentru calcularea forţei gravitaţionale dintre Pământ şi Lună. A ajuns la concluzia că aceasta este direct proporţională cu produsul maselor celor două corpuri şi invers proporţională cu pătratul distanţei dintre centrele acestora. Dar cel mai important este faptul că el a susţinut că această lege de atracţie este valabilă în întreg universul. Şi a reuşit să demonstreze cum această formulă explică toate legile lui Kepler.

În Cartea a doua a lucrării *Principia*, Newton a preluat spre analiză viziunea lui Descartes asupra universului ca fiind

plin cu fluid, mişcările planetelor şi stelelor fiind guvernate de vortexuri rotitoare. Această modalitate de a explica universul părea să răspundă la multe întrebări şi a avut mulţi susţinători, mai ales în Franţa şi în alte părţi ale continentului european. Dar Newton a constatat că atunci cînd aplica metode cantitative la această teorie, ea nu rezista. El a explorat matematic problema felului în care se mişcă fluidele şi a demonstrat că mişcările unui vîrtej „nu fac economie la capitolul fenomene neobişnuite" Observaţiile cantitative reale asupra planetelor în mişcare nu se potriveau cu felul în care s-ar fi mişcat ele dacă ar fi fost prinse într-un vîrtej de fluid. Aşa încît sistemul lui Descartes nu funcţiona!

Al treia volum, şi cel final, al lucrării lui Newton se foloseşte de rezultatele stabilite în primele două într-o manieră foarte interesantă. Dacă legile şi concluziile pe care le enunţase erau corecte, Newton s-a gîndit că atunci ar trebui să reuşească nu doar să explice observaţiile pe care oamenii de ştiinţă le făcuseră deja, ci să şi facă predicţii asupra unor fenomene pe care nimeni încă nu le observase. Şi a făcut cîteva proiecţii surprinzătoare.

De exemplu, Newton a demonstrat că forţele gravitaţionale ale diferitelor părţi ale Pămîntului se combină pentru a alcătui o sferă. Dar, avînd în vedere că Pămîntul se roteşte în jurul propriei sale axe, această forţă suplimentară ar trebui să strice perfecţiunea sa sferică şi să creeze o formă bombată în zona Ecuatorului. Cunoscînd masa Pămîntului, mărimea şi viteza de rotaţie în jurul axei, el a evaluat gradul acestei bombări. În timpul vieţii sale s-au întreprins eforturi pentru verificarea acestei evaluări dar, din cauza erorilor de calcul ale cartografilor, s-a crezut că Newton se înşelase. Dar, de fapt, el a avut dreptate în privinţa formei bombate a



Evoluția sistemului de construire al telescoapelor din secolul al XVII-lea a revoluționat ideile despre univers și despre dimensiunile sale

Pămîntului, iar exactitatea evaluării sale a avut o marjă de eroare în limitele unui procent.

În cadrul celei de-a doua predicții celebre a lui Newton, el a susținut că misterul cometelor nu este atît de mare pe cît pare a fi, și că acestea urmează și ele traiectorii eliptice în jurul Soarelui, numai că aceste traiectorii sînt mult mai aplatizate și mai alungite decît cele ale planetelor, purtîndu-le, probabil, pînă dincolo de limitele Sistemului Solar.

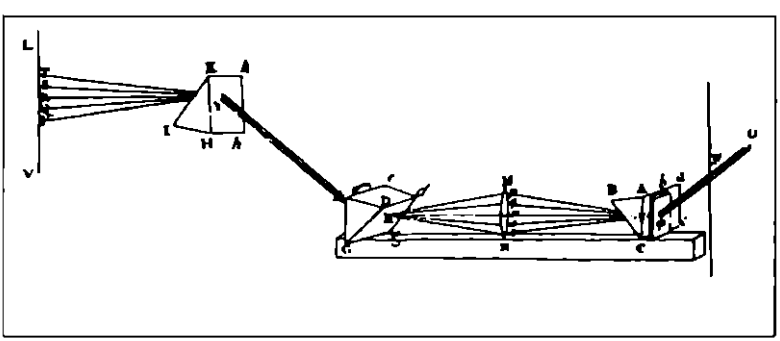
Această afirmație l-a pus pe gînduri pe Edmund Halley, care în 1682 a observat cometa care-i poartă numele și a sesizat o regularitate a aparițiilor cometelor la intervale de circa 75-76 de ani, care, a intuit el, se datorează reapariției aceleiași comete la intervale egale. Bazîndu-se pe această premisă și pe calculele lui Newton, el a prezis întoarcerea Cometei Halley peste 76 de ani, adică în 1758. Desigur că nu a mai apucat s-o vadă – și nici Newton, de altfel –, dar Cometa Halley s-a întors, așa cum face în mod regulat de atunci, cea mai recentă apariție a ei producîndu-se în 1986.

Mulți oameni consideră *Principia* cea mai mare carte de știință scrisă vreodată. Ea se ocupă de aspectele majore ce guvernează schema generală a universului, folosindu-se de noile metode de abordare cantitativă ale revoluției științifice, și reprezintă un apogeu pentru multe din marile progrese înregistrate în fizică în cele două secole precedente. Ea a mutat definitiv și irevocabil ideile noastre despre univers dincolo de eforturile nobile dar limitate ale grecilor antici, spre o viziune mult mai sofisticată și mai utilă. Și, chiar dacă Newton nu a avut dreptate în toate privințele – de exemplu, el credea că „mișcarea absolută" ar putea să existe, idee contestată ulterior de Einstein cu a sa teorie a relativității –, raționamentele lui Newton au fost sănătoase și incisive. Dintr-o dată, înțelegerea universului de către omenire a realizat un uriaș pas înainte.

NATURA LUMINII

Primele experimente cu lumina și optica l-au determinat pe Newton să se gîndească la natura luminii, care reprezenta o altă întrebare dificilă a vremii sale. În vreme ce Huygens și Hooke susțineau amîndoi că lumina, ca și sunetul, se depla-

seazã prin intermediul undelor, Newton a sesizat unele carențe ale acestei supoziții (contrazicîndu-l încă o dată pe Hooke). În vreme ce sunetele pot fi auzite de după colțuri, lumina nu poate fi văzută după colțuri decît dacă este reflectată cu ajutorul unei oglinzi sau a unei suprafețe reflectorizante. Așa încît Newton a adoptat ideea lui Democrit considerînd că lumina este emisă de sursa ei într-un fascicul de particule sau „corpusculi", cum le-a denumit el. Această teorie nu explica toate rezultatele experimentelor, dar Newton a reușit să rezolve majoritatea obiecțiilor din timpul său, iar teoria lui a permis fizicienilor din secolul al XVIII-lea să realizeze anumite progrese care poate nu ar fi fost posibile prin folosirea teoriei „ondulatorii" a luminii. Totuși, oamenii de știință din secolul al XIX-lea au constatat că o teorie ondulatorie a luminii le explică mai bine rezultatele și au decretat că Newton se înșelase în această privință. Dar teoriile actuale susțin că uneori lumina are proprietăți corpusculare, iar alteori proprietăți ondulatorii – ceea ce motivează faptul



Desen din lucrarea Opticks *a lui Newton, arătînd unul din experimentele sale cu lumină și prisme* (Isaac Newton: *Opticks: or a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*, 1704)

că explicarea naturii luminii a rămas atîta vreme o problemă nerezolvată.

Aşteptînd probabil cu înţelepciune moartea rivalului său Hooke, Newton şi-a publicat lucrarea *Opticks*, o sinteză a lucrărilor sale despre lumină, în 1704, de data aceasta în limba engleză şi nu în latină, aşa cum fusese *Principia*.

SIR ISAAC NEWTON, EROU AL EPOCII SALE

Halley l-a întrebat odată pe Newton cum de reuşeşte să facă atîtea descoperiri. Explicaţia, a replicat Newton, este că el nu s-a bazat niciodată pe inspiraţie sau pe noroc în obţinerea indiciilor sau a sugestiilor. El a folosit focalizarea şi concentrarea intensă şi s-a gîndit neîncetat la problemele care-l frămîntau, fără să se dea bătut niciodată – fără îndoială răsucindu-le în mintea sa pe toate feţele şi explorînd fiecare aspect posibil în fiecare clipă disponibilă – pînă cînd în sfîrşit obţinea răspunsurile.

Reputaţia sa în privinţa rezolvării problemelor era atît de mare încît lucrările lui puteau fi recunoscute chiar şi atunci cînd nu erau semnate. Un om de ştiinţă elveţian a propus la un moment dat un set de probleme spre rezolvare pentru un concurs, iar Newton le-a rezolvat într-o zi şi le-a trimis anonim. Nu putea fi altcineva decît Newton, insista cu încîntare elveţianul: „Am recunoscut gheara leului." Altă dată Wilhelm Leibniz a conceput o problemă complicată cu scopul deliberat de a-l pune în încurcătură pe Newton. Numai că acesta a rezolvat-o într-o singură după-amiază.

De multe ori, e adevărat, Newton s-a lăsat angrenat în dispute mărunte cu Hooke, cu Huygens, cu Leibniz, legat de cine a inventat primul calculul infinitezimal (amîndoi au

Emilie du Châtelet, care a tradus în franceză opera lui Newton şi a contribuit decisiv la răspîndirea influenţei sale în Europa.

ajuns la această metodă de calcul în mod independent şi cam în acelaşi timp), şi cu John Flamsteed în privinţa accesului la numeroasele observaţii astronomice ale observatorului astronomic regal. I-a angrenat într-o manieră josnică pe prietenii săi în dispute, aţîţîndu-le focul mîniei, furnizîndu-le argumente pentru întreţinerea controversei, dar rareori a înfruntat el însuşi criticile. Admiratorii lui se amărăsc adesea cînd văd măreţia lui Newton umbrită de aceste certuri şi controverse nefericite, ca şi cum cineva care a urcat pe asemenea culmi ale spiritului ar trebui cumva să fie un fel de supraom şi în viaţa de zi cu zi. Dar poate că tocmai orgoliul lui Newton, care l-a tîrît în acele ciorovăieli deloc măgulitoare, l-a adus pe de altă parte la acea stare de intensă concen-

trare care a produs rezultate uriaşe, de pe urma cărora profităm şi astăzi. În orice caz, Isaac Newton a fost un om, nu un zeu. Şi fie şi numai acest aspect ar trebui să ne provoace pe noi toţi să încercăm să atingem înălţimile la care a ajuns el.

În 1689 Newton a devenit membru al Parlamentului, iar în 1696 a devenit custode al monetăriei, pe care a revoluţionat-o. Trei ani mai tîrziu, după ce între timp a renunţat la postul său de la Cambridge, a devenit director al monetăriei. În 1703, Newton a fost ales preşedinte al Societăţii Regale, post pe care l-a deţinut pînă la moartea sa. Iar în 1705 a primit rangul de cavaler din partea reginei Anne.

Sir Isaac Newton a murit la Londra, la 20 martie 1727, şi a fost înmormîntat ca un erou la Westminster Abbey. Voltaire, un influent filozof francez, care vizita Anglia în acea perioadă, şi-a exprimat marea uimire văzînd cum englezii tratau un matematician cu respectul pe care majoritatea ţărilor l-ar fi rezervat numai regilor. El şi-a păstrat entuziasmul faţă de Newton şi la întoarcerea în Franţa, unde a contribuit la răspîndirea operei sale, ajutat fiind de Emilie du Châtelet, care a tradus *Principia* în franceză.

Albert Einstein, marele savant al secolului XX care a rezolvat multe dintre întrebările pe care fizica newtoniană le lăsase fără răspuns, scria într-o prefaţă a unei ediţii a lucrării lui Newton, *Opticks*:

> *Natura a fost pentru el o carte deschisă, ale cărei litere se citeau fără nici un efort. Concepţiile pe care le folosea pentru a reduce la ordine materialul experimental păreau să izvorască spontan din experienţa însăşi, din minunatele experimente pe care le-a ordonat ca pe nişte*

jucării, descriindu-le cu o afectuoasă bogăție de detalii. În aceeași persoană el a combinat experimentatorul, teoreticianul, mecanicul și, nu în ultimul rînd, un artist al expunerii. El se înalță în fața noastră puternic, sigur și singur: bucuria creației și precizia minuțioasă sînt evidente în fiecare cuvînt și în fiecare cifră.

Isaac Newton a fost, fără îndoială, unul din cei mai mari oameni de știință ai tuturor timpurilor, apogeul încoronat al revoluției științifice.

PARTEA A III-A

ȘTIINȚELE VIEȚII

CAPITOLUL 6

ANATOMIŞTII: DE LA VESALIUS LA FABRICIUS

În acelaşi an în care Copernic îşi publica faimoasa lucrare *De revolutionibus orbium coelestium*, Andreas Vesalius avea să-şi publice capodopera *De humani corporis fabrica* („Despre structura corpului omenesc"). Împreună, aceste două cărţi, una prezentînd o viziune nouă şi revoluţionară asupra structurii spaţiului cosmic, alta reprezentînd primul studiu important al anatomiei corpului omenesc începînd din zilele Imperiului Roman, au făcut din anul 1543 un important punct de tranziţie către revoluţia ştiinţifică.

În *De revolutionibus*, Copernic a contrazis viziunea tradiţională asupra universului ca avînd Pămîntul în centru şi teoriile lui Ptolemeu care fuseseră considerate sacre vreme de peste o mie de ani. Pe de altă parte, în *Fabrica*, Andreas Vesalius a aruncat mănuşa autorităţii intelectuale pe care o deţineau anticii asupra reprezentanţilor medicinei secolului al XVI-lea.

Medicina, ca şi astronomia, era dominată în acele zile de ideile şi scrierile unor oameni ale căror cuvinte, păstrate de-a lungul secolelor, deveniseră „legi" necontestate. Pentru

astronomie, „legiuitorul" s-a numit Ptolemeu. Pentru medicină, acesta a fost Galen, un medic grec născut în Asia Mică prin anul 130 d.Hr.

MOŞTENIREA LUI GALEN

Inteligent, elocvent şi sigur pe el, Galen a primit cea mai bună educaţie pe care o puteau asigura banii. La vîrsta de 18 ani studia deja medicina de doi ani şi primise o solidă educaţie în domeniul filozofiilor lui Platon şi Aristotel, precum şi al ideilor stoicilor şi epicureenilor. După ce şi-a petrecut următorii ani continuîndu-şi studiile medicale în Grecia, Fenicia, Palestina, Creta, Cipru şi Alexandria, şi-a definitivat studiile în anul 158 şi s-a întors ca să-şi practice profesia în oraşul său natal Pergamum, actualul Bergama din Turcia. Acolo, pe parcursul următorilor ani, Galen a căpătat cea mai amplă pregătire medicală. Ca medic şi chirurg al gladiatorilor luptători în marile arene, el opera pe răni, dregea oasele frînte şi supraveghea dieta zilnică a pacienţilor săi. Perioada a echivalat cu un curs intensiv de anatomie şi medicină practică, şi tot acum Galen şi-a publicat primul din numeroasele sale tratate.

Şase ani mai tîrziu, cînd s-a mutat la Roma, Galen era deja un medic celebru. La Roma reputaţia sa a crescut pe măsură ce a tratat numeroşi cetăţeni respectabili ai cetăţii, printre care şi filozoful Eudemus. Extrem de încrezător în propriile sale capacităţi, niciodată nu s-a opus atribuirii titlului de „lucrător minune" pe care l-a şi primit în curînd. După cum nu s-a abţinut să critice ceea ce considera lipsa de pricepere a numeroşilor medici de frunte ai cetăţii. Lupta a devenit atît de aprigă la un moment dat încît Galen a fost forţat de către adversarii săi să părăsească Roma. Totuşi, a fost un

exil de scurtă durată. El s-a încheiat triumfal pentru Galen atunci cînd a fost numit medic personal al marelui împărat stoic Marc Aureliu. Întors la Roma, a început să-şi practice liniştit şi profitabil profesia printre demnitarii bogaţi şi influenţi ai curţii, şi a început totodată să scrie o serie de cărţi care au influenţat profund generaţiile de medici ce i-au urmat.

Galen a trăit într-o perioadă cînd creştinismul devenea popular şi puternic şi, cu toate că el însuşi nu era creştin, a elaborat un fel de monoteism, încredinţat fiind că totul în univers a fost creat de Dumnezeu cu un scop anume, specific. El considera corpul omenesc şi felul în care era organizat ca o dovadă a puterii şi înţelepciunii creatorului şi ca o demonstraţie a prezenţei concepţiei divine în toate lucrurile. Această credinţă teleologică i-a făcut opera foarte populară în cadrul Bisericii creştine şi a înlesnit supravieţuirea cărţilor sale de-a lungul secolelor.

Din nefericire, aceeaşi teleologie, sau credinţa într-un scop sau un proiect grandios, a împiedicat progresul în domeniile biologiei şi medicinei vreme de peste o mie de ani. Atîta timp cît despre asemenea măreţe proiecte se credea că ar constitui *raţiunea* unor anumite fenomene, adevăratele cauze ale acestor fenomene erau adeseori greşit interpretate sau pur şi simplu rămîneau necercetate sau nedescoperite. De exemplu, despre creierul fătului uman Galen credea că se formează abia la sfîrşit de tot, deoarece era evident că fătul nu avea *nevoie* de creier pînă cînd era gata să se nască.

Galen a scris în total un număr remarcabil de 256 de tratate, avînd ca subiect nu numai medicina, ci şi filozofia, dreptul, gramatica şi matematica. Totuşi, marea lor majoritate se ocupau de medicină, iar 15 dintre acestea aveau ca subiect anatomia, domeniu care-l interesa în mod deosebit. Cea mai

celebră carte a sa, *Despre pregătirile anatomice*, a rămas textul standard pentru mai bine de 1400 de ani. Din nefericire, așa cum a fost cazul cu multe din cărțile sale, inclusiv cele ce conțineau referiri la convingerile sale privind mișcarea sîngelui în interiorul corpului, această lucrare conținea numeroase erori importante. Deși era un anatomist priceput și atent, legislația romană îi interzicea să facă disecții pe cadavrele umane. Așa încît se folosea de oi, boi, cîini, urși, maimuțe inferioare și primate, despre acestea din urmă el crezînd cu convingere că erau în esență similare cu ființele omenești. Și toate descrierile anatomiei umane ale lui Galen au fost influențate de examinările atente pe care le-a făcut nu asupra oamenilor, ci asupra animalelor pe care i-a fost permis să le disece. Galen însuși a avertizat să nu se acorde o încredere oarbă cărților: „Dacă cineva dorește să observe

Galen efectuînd o disecție în timp ce susține o lecție

lucrările naturii, nu trebuie să se încreadă în cărțile de anatomie, ci în propriii săi ochi...", scria el. Cu toate acestea, propriile sale cărți, copiate, adesea cu greșeli, s-au transmis din generație în generație și au devenit, la fel ca lucrările lui Ptolemeu în astronomie, cuvîntul suprem și necontestat în studiul medicinei și al anatomiei.

Tocmai de această „autoritate a lui Galen", și indirect a lui Aristotel (de a cărui filozofie Galen era influențat puternic) s-a lovit Andreas Vesalius atunci cînd și-a început studiile de medicină în 1530.

Puțini alții erau aceia care mai exercitau vreo influență în domeniu. Deși fuseseră realizate unele lucrări utile în medicină, mai ales de către doi perși, Rhazes (n. aprox. 852 d.Hr.) și Avicenna (n. aprox. 980 d.Hr.), atît medicina cît și anatomia trecuseră printr-o perioadă prelungită de declin de

Rhazes, un eminent medic din Bagdad. Atenția cu care și-a documentat experimentele cu substanțe chimice a ajutat la constituirea unei tradiții științifice în Orientul Mijlociu.

la căderea Romei şi în toată perioada Evului Mediu. În timpul marii redeşteptări cunoscute sub numele de Renaştere, celebrul pictor şi sculptor Leonardo da Vinci studiase anatomia animală şi umană şi compusese un număr impresionant de schiţe riguroase şi însemnări amănunţite. Totuşi, Leonardo a fost un artist, nu un om de ştiinţă. Şi chiar dacă realizările lui au fost excelente în multe privinţe, numeroasele salturi ale curiozităţii sale de la un subiect la altul l-au împiedicat să aplice întreaga amplitudine a intelectului său asupra unui singur domeniu pentru o vreme prea îndelungată.

VESALIUS ANATOMISTUL

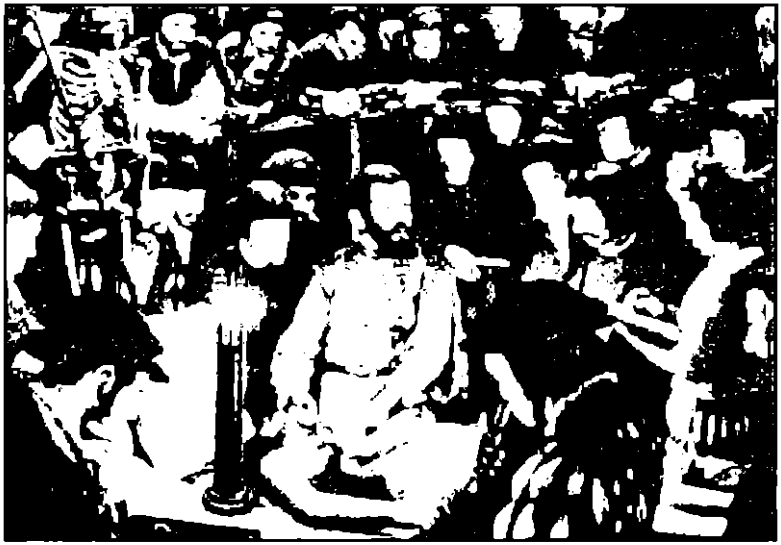
Tocmai nerăbdătorului şi tînărului medic Andreas Vesalius (1514–1564) i-a fost dat să sfărîme lanţurile în care Galen încătuşase înţelegerea anatomiei. Născut la Bruxelles, într-o familie de medici (bunicul şi străbunicul său fuseseră medici, iar tatăl lui fusese farmacistul regelui Carol al V-lea), Vesalius şi-a descoperit vocaţia devreme. Ca tînăr adolescent deja îşi practica meşteşugul efectuînd disecţii pe cîini, pisici şi alte animale mici, pe masa din bucătăria mamei sale. Începîndu-şi studiile medicale mai oficial la 16 ani, el şi-a petrecut următorii ani la Universitatea din Louvain (Belgia), transferîndu-se la Universitatea din Paris în 1533. A devenit asistentul lui Jacob Sylvius, după ce mai întîi studiase cu el, acesta fiind pe atunci personalitatea medicală dominantă la Universitatea din Paris, iar Vesalius şi-a cîştigat curînd reputaţia de om care prinde repede, munceşte din greu şi are opinii solide. Tocmai acele opinii au provocat controverse aprinse între el şi Sylvius. Dar pe măsură ce-şi continua studiile pe cont propriu, prestigiul i-a crescut atît de mult încît ceilalţi medici şi studenţi apelau la el ca să le arate din

tehnicile lui de disecție. Totuși, acele dispute au continuat, nu numai cu Sylvius, ci și cu alți membri ai corpului profesoral. Sursa majorității controverselor era faptul că Vesalius se îndepărta tot mai mult de învățăturile lui Galen, ale cărui lucrări continuau să fie predate fără spirit critic, în tradiția scolastică.

În vara lui 1536 a izbucnit războiul între Franța și Imperiul German, iar tînărul Vesalius, pe atunci în vîrstă de 21 de ani, a fost declarat dușman al poporului francez și obligat să plece din Paris și să se întoarcă la Louvain. Dat fiind că fusese nevoit să plece din Paris fără să obțină o diplomă, el și-a reluat studiile medicale aproape imediat ce s-a înapoiat la Louvain.

Următoarele cîteva luni au fost cele mai macabre din cariera medicală a lui Vesalius. Deoarece studenților li se cerea să asiste la disecțiile pe cadavre umane, chiar dacă aceste disecții nu erau agreate de Biserică și de autorități, ceea ce ducea la o strictă limitare a numărului de cadavre disponibile pentru studiu, Vesalius a devenit, printre altele, un abil jefuitor de morminte. Odată, a furat chiar și oasele unui criminal care fusese lăsat să putrezească atîrnat de spînzurătoare și a ascuns scheletul dezmembrat sub propriul său pat.

După cea de-a doua sa ședere la Louvain și o scurtă perioadă în care și-a satisfăcut serviciul militar, el s-a mutat la Universitatea din Veneția. În timpul scurtei sale vizite acolo a devenit lector, uimindu-i și înfuriindu-i pe mulți dintre colegii săi prin faptul că a renunțat la practica obișnuită scolastică de a ține lecția de pe un podium, în vreme ce un asistent sau un bărbier-chirurg cu pregătire inferioară efectua disecția despre care era vorba. Vechile metode, afirma el înveninat, erau niște „proceduri detestabile", iar cei care le



Vesalius efectuează o disecție în timpul unei lecții de anatomie

foloseau erau „niște ciori cocoțate în jilțurile lor înalte, croncănind cu o aroganță stridentă despre lucruri pe care nu le cercetaseră niciodată..." Punînd mîna pe cuțit, Vesalius efectua el însuși disecțiile, vorbindu-le studenților adunați în pofida duhorii neplăcute. În acele vremuri, cînd nu se foloseau metode de congelare, cele mai complete disecții durau două sau trei zile, și, cu toate că de regulă se făceau în aer liber, situația îi punea la grele încercări atît pe studenți cît și pe cei care o practicau.

Următoarea oprire pentru anatomistul rătăcitor a fost celebra Universitate din Padova. Acolo, la doar două zile după ce îi fusese recunoscut statutul de absolvent, el a primit titlul de doctor în medicină în decembrie 1537 și a fost numit profesor „plin" La vîrsta de 23 de ani, Andreas Vesalius a devenit membru al celui mai prestigios corp profesoral medical din Europa.

La Padova Vesalius a dat frîu liber dezacordului său față de învățăturile lui Galen. Știut fiind că Galen își efectuase disecțiile mai mult pe maimuțe decît pe oameni, era inevitabil ca vreun anatomist cu ochi ageri care lucra pe oameni să descopere erorile din scrierile lui Galen. Era chiar probabil ca unele din acele erori să fie descoperite de alții, înainte ca Vesalius să înceapă atacul său prelungit împotriva autorității învățatului din antichitate. În încercarea de a-și apăra pozițiile, cîțiva anatomiști au argumentat că, în perioada scursă de cînd își efectuase disecțiile Galen, corpul omenesc suferise în mod evident unele schimbări. Osul coapsei, de exemplu, era evident drept, cîtă vreme Galen îl descria ca fiind curbat. Acest lucru ar fi putut fi provocat, conform unora din apărătorii lui Galen, de purtarea pantalonilor strîmți, care pe vremea lui Galen nu existau. Aceste argumente nu convingeau întotdeauna pe toată lumea, dar de cele mai multe ori cei care aveau îndoieli păstrau tăcerea.

Vesalius a fost cel care, cu pasiunea sa pentru munca asiduă și adevăr, a declanșat în sfîrșit atacul. În mod ironic, deși propriile sale disecții pe cadavrele umane scoseseră la iveală numeroasele diferențe față de textul lui Galen, Vesalius a descoperit adevărul în timpul unei disecții pe o maimuță. El a găsit, așa cum avea să scrie ulterior, „o mică proiecție osoasă peste o vertebră a coloanei" Galen descrisese această caracteristică de multe ori în referirile la anatomia umană, dar Vesalius nu o văzuse niciodată în disecțiile făcute pe cadavre umane. Răspunsul a fost imediat evident. Galen nu făcuse disecție pe oameni, ci pe maimuțe. Textul standard referitor la anatomia umană nu descria cîtuși de puțin oamenii, nefăcînd decît să înflorească și să proiecteze inteligent anatomia unei maimuțe într-o presupusă anatomie umană.

De îndată ce şi-a făcut publică convingerea că Galen nu lucrase niciodată pe cadavre umane, Vesalius a început un atac pe toate fronturile asupra textului lui Galen, avînd drept scop detronarea acestuia de pe soclul de autoritate supremă în materie. Deşi nu contesta meritele personale ale lui Galen ca medic – în definitiv, acesta făcuse tot ce putuse în împrejurările date –, adevărul era, argumenta Vesalius, că există mult prea multe diferenţe între maimuţe şi oameni pentru ca anatomia primelor să fie folosită ca reper pentru anatomia acestora din urmă.

La Padova, Vesalius şi-a ilustrat practic acest punct de vedere punînd la cale o expunere demonstrativă. Aşezînd unul lîngă altul un schelet de om şi unul de primată, el a reuşit să puncteze peste 200 de diferenţe numai între schelete. Protuberanţa vertebrală descrisă de Galen apărea numai pe scheletul maimuţei. Pe scheletul omenesc nu exista aşa ceva.

Controversa a stăruit un timp, deoarece majoritatea medicilor din Padova continuau să apere caracterul sacru al gîndirii lui Galen, iar lecţiile lui Vesalius au devenit printre cele mai populare şi mai animate din şcoală. Continuînd să-i şocheze pe mulţi prin faptul că nu se sfia să pună el însuşi mîna pe cuţit, el a mărit timpul petrecut pentru fiecare disecţie de la trei zile la două săptămîni, acordînd o atenţie deosebită şi meticuloasă fiecărei părţi a disecţiei şi a lecţiei sale. Pentru a diminua problemele evidente ale putrezirii cadavrului, disecţiile erau efectuate iarna şi se foloseau mai multe cadavre deodată, astfel încît să se poată compara şi pune în opoziţie diferitele părţi.

Vrînd să ajungă la o audienţă mai largă decît cea oferită de sălile de conferinţe, Vesalius şi-a publicat în 1543 celebra carte *De humani corporis fabrica*. A fost un eveniment de

răscruce – într-o asemenea măsură încît domeniul anatomiei este astăzi considerat ca avînd trei faze: perioadele pre-vesaliană, vesaliană şi post-vesaliană.

Fabrica a fost cea mai exactă carte de anatomie de pînă atunci şi chiar şi astăzi continuă să uimească prin precizie şi frumuseţe. Compusă cu aceeaşi grijă pentru exactitate pe care Vesalius o demonstrase în lecţiile sale, *Fabrica* a beneficiat mult de pe urma excepţionalelor ilustraţii realizate de către Vesalius şi Jan Stephen van Calcar, un elev al marelui pictor veneţian Tizian (cca 1490–1576). Corpul omenesc era prezentat în poziţiile sale naturale şi o bună parte din muşchi şi organe erau reprezentate cu o exactitate care o egalează pe cea a celor mai celebre şi scumpe manuale de anatomie ilustrată din zilele noastre. De asemenea, datorită perfecţionării tiparniţelor în secolele XIV–XV, atît textul cît şi ilustraţiile au putut fi reproduse exact, fără numeroasele erori care ar fi survenit, mai ales în privinţa ilustraţiilor, dacă exemplarele ar fi fost copiate manual, aşa cum se făcea altădată. Fără să ţină cont de cheltuieli, Vesalius l-a ales pentru partea tipografică pe Johannes Oporinus, un celebru tipograf din Basel, care era apreciat pentru meticulozitatea sa.

Oricît de bună era *Fabrica* în multe privinţe, studenţii de la medicină de astăzi i-ar depista imediat numeroasele erori şi deficienţe. Deşi îşi făcuse nişte idei uluitor de exacte în domeniul anatomiei, Vesalius rămăsese un elev al lui Galen în multe alte domenii. Concepţia sa asupra fiziologiei (în vreme ce anatomia se ocupă de structura organismelor vii, fiziologia se ocupă de funcţionarea acestora) era încă puternic înrădăcinată în tradiţia antică. El credea, de exemplu, că actul digestiei ar fi îndeplinit printr-un fel de „coacere" a alimentelor în cavitatea abdominală şi că respiraţia avea drept scop

Desen al sistemului muscular omenesc din Fabrica *de Vesalius*

„răcirea sîngelui". De asemenea, el a acceptat inițial opiniile lui Galen despre inimă și sistemul circulator, crezînd că sîngele trebuie să treacă prin niște pori invizibili dintr-o parte a inimii în alta. În tot cazul, ulterior, pornind de la dovezile experimentale, el a început să-și schimbe părerea.

În pofida deficiențelor, acum cunoscute, *Fabrica* a avut un succes meritat. Multe exemplare au fost „piratate", adică textul și ilustrațiile au fost plagiate și retipărite fără permisiunea sa. Această practică a persistat în timpul vieții sale și multă vreme după moartea sa.

Ca o curiozitate, *Fabrica* a fost ultima lecție a lui Vesalius. Probabil că l-a obosit furtuna de proteste iscate de apărătorii tradiției galenice sau poate că a considerat că și-a definitivat opera pe care fusese destinat s-o înfăptuiască. La scurtă vreme după publicarea cărții, el a renunțat să mai predea anatomia și și-a asigurat un post de medic al lui Carol al V-lea și al ultimului fiu al acestuia, regele Spaniei, Filip al II-lea. Pe cînd se întorcea dintr-un pelerinaj, corabia sa a fost grav avariată de o furtună în largul coastei Greciei, iar el a murit la scurt timp după aceea, după ce a reușit să ajungă pe insula Zanti în octombrie 1564.

GERMENII SCHIMBĂRII

Vesalius a dat o lovitură importantă, dar nu finală „tiraniei lui Galen" Deși mulți s-au lăsat convertiți de argumentele convingătoare și elocvente ale lui Vesalius, mulți alții au rămas cantonați în tradiția galenică. În pofida lecțiilor lui Vesalius, Universitatea din Padova, de exemplu, a rămas pentru mulți ani o fortăreață a concepțiilor galenice și aristoteliene. Totuși, se crease prima fisură în armura galenică și mulți dintre contemporanii și adepții lui Vesalius au pornit pe cont propriu spre noi descoperiri.

Unul dintre cei mai interesanți dintre aceștia a fost chirurgul francez Ambroise Paré (1510–1590). Fiu al unui bărbier-chirurg, Paré a pătruns în această profesie la o vîrstă fragedă. Poziția era destul de lipsită de importanță. Serviciile chirurgilor erau în general rezervate nobilimii de la curte, înalților prelați și negustorilor înstăriți. Ceilalți pacienți erau lăsați în grija bărbierilor-chirurgi, care combinau tunsorile prestate zilnic cu chestiunile chirurgicale. Acestea implicau de regulă proceduri ca luarea de sînge, chiuretarea furun-

Ambroise Paré

culelor, extracțiile dentare și deschiderea abceselor, dar la nevoie mulți bărbieri-chirurgi efectuau și amputări sau alte operații mai complicate. Dat fiind că mulți dintre acești bărbieri-chirurgi erau incompetenți și nepricepuți, această meserie era privită cu condescendență de chirurgii și medicii cu pregătire superioară.

Paré, care avea o minte ageră și mîini agile, a decis că cel mai bine și-ar putea valorifica aceste calități în serviciul militarilor. Astfel că, în următorii 30 de ani el a lucrat în cadrul armatei franceze, în războaiele de expansiune purtate de Franța pe teritoriul Italiei. Deși a participat la 20 de campanii, Paré a mai găsit timp să publice 20 de cărți care au influențat profund progresele înregistrate în chirurgie. În ele Paré ataca practici precum folosirea uleiului fiert în tratarea rănilor provocate de gloanțe. El a folosit printre primii

legarea vaselor sangvine prin ligaturi în locul cauterizării (vasele erau închise prin ardere cu un fier înroşit sau o substanţă chimică), care era metoda standard a vremii. Deşi era luat în zeflemea de către medicii „cu mai multă carte" pentru obiceiul de a scrie în franceză în loc de latină, Paré a mai scris o sinteză a operelor lui Vesalius, într-o încercare de a aduce învăţăturile lui Vesalius la îndemîna confraţilor săi bărbierii-chirurgi.

Între timp, postul lui Vesalius de la Universitatea din Padova fusese preluat de unul dintre studenţii săi, Gabriel Fallopius (1523–1562). Ajungînd în cele din urmă la rangul de profesor, Fallopius a rămas cunoscut pînă azi pentru descrierile urechii interne şi organelor de reproducere. El este descoperitorul tuburilor Fallopius, chiar dacă nu le-a înţeles funcţia. Tot el a inventat prezervativul. Succesorul lui Fallopius la Padova a fost unul din studenţii săi, anatomistul Hieronymus Fabricius (1537–1619). Printre altele, în seama lui Fabricius este pusă prima descriere exactă a valvelor din vene. El a fost totodată profesorul lui William Harvey (vezi Capitolul 8).

Deşi anatomiştii începeau încetul cu încetul să facă descoperiri, ca nişte exploratori care începeau să cartografieze interiorul corpului omenesc, anatomia singură nu putea să rezolve misterele funcţiilor. Ce anume făceau acele părţi în corelaţie cu întregul? Şi cum o făceau? Fabricius, de exemplu, a crezut că valvele din vene se comportă întrucîtva ca nişte ecluze care controlează cît sînge trebuie să ajungă în diferitele părţi ale corpului. Adevărata lor funcţie regulatoare a direcţiei unice de scurgere a sîngelui avea să fie punctată abia atunci cînd s-a ajuns la o înţelegere mai amănunţită a modului în care funcţionează inima şi sistemul circulator. Pentru o

înțelegere deplină a corpului omenesc și a felului cum funcționează, trebuia să se afle mult mai multe lucruri. Trebuia elaborate noi teorii. Dar răspunsurile nu puteau să vină numai din partea anatomiei. Trebuia făcute progrese în multe alte domenii.

CAPITOLUL 7

PARACELSUS, SUBSTANȚELE FARMACEUTICE ȘI MEDICINA

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim – un nume lung cît o zi de post. Istoria îl cunoaşte sub numele de Paracelsus şi a fost unul din cele mai ciudate personaje ale secolului al XVI-lea. A fost un alchimist, un şarlatan, un mistic, un dezaxat? A fost un medic, un reformator al medicinei, un cruciat, un dascăl? A fost toate acestea în acelaşi timp. Nu există nici un mister de descoperit în privința lui Paracelsus, n-ai cum să încerci să descoperi adevărul, nu se poate trage o concluzie finală. Trebuie luat ca atare, un tumult de contradicții, un geniu, un dezaxat, un escroc, un filantrop.

În secolul al XVI-lea, alchimia străbătuse un drum lung şi în cea mai mare parte neabătut încă de la începuturile ei, situate în China şi Egiptul antic. Obiectivul ei principal, acela de a transforma metalele simple în aur, a rămas neschimbat, dar alte obiective, de o natură mai apropiată de mistică, au motivat şi ele căutarea. Pentru mulți, puterea dobîndită prin descoperirea mijloacelor de a crea puritatea aurului ar fi conferit totodată descoperitorului elixirul vieții, asigurîndu-i astfel caracterul sacru şi nemuritor. În secolul al XVI-lea,

alchimiștii au căutat așa-numita „piatră filozofală", secretul esenția' care ar fi adus descoperitorului bogăția spirituală și fizică supremă.

Aplecați asupra instrumentelor și aparatelor meșteșugului lor – focul liber, recipiente de sticlă de forme complicate, cazane de topit, dispozitive de măsurat, mojare și pistile – mulți alchimiști erau oameni ciudați și obsedați de munca lor. Miza fiind atît de mare, năzuințele lor fiind atît de măreție, cu succesul depinzînd poate doar de o minoră schimbare în experimentul următor (o picătură în plus de mercur, un strop dintr-o substanță, un pic din cealaltă, un timp de topire puțin mai mare), nu-i de mirare că păreau adesea niște oameni ciudați. În definitiv, principiul de bază al alchimiei era că actul în sine, experimentul, cercetarea, va schimba caracterul omului.

Schimbările nu erau întotdeauna spre bine. Pentru mulți, căutarea necontenită a cunoașterii arhaice și secrete despre

Un alchimist la lucru

care ei credeau că s-ar ascunde în piatra filozofală se ramifica în alte direcții ciudate. Majoritatea alchimiștilor credeau în astrologie și în alte arte magice și mistice. Mulți erau numerologi, crezînd în puterea divinatorie secretă a numerelor. Mulți alții căutau „adevărul" care putea fi găsit în magia neagră și practicile oculte. Nu puțini erau cei acuzați de autoritățile religioase că încheiaseră un pact cu diavolul. Unii chiar au crezut că ar putea să încheie un asemenea pact, pentru asta trebuind doar să descopere incantația corectă cu care să-l cheme pe geniul răului. Chiar dacă nu reușeau asta, erau convinși că ar putea să convoace niște demoni mai mărunți pentru a-i ajuta în muncă.

În fine alții, avînd nevoie să-și finanțeze cercetările, sau încercînd cu disperare să-și consolideze reputația lucrărilor lor ca ținînd de domeniul miracolului, au apelat de-a dreptul la fraude și înșelăciuni. Erau puse la cale trucuri complicate pentru a-i convinge pe naivi că autorul descoperise deja secretul transformării metalelor în aur sau că avea alte puteri oculte. Uneori aceste escrocherii erau considerate de către alchimiști ca fiind necesare, pînă cînd se descoperea adevăratul secret. Alteori, înșelăciunea nu era decît o metodă simplă de a scoate bani de la naivi.

PARACELSUS, MEDICUL

Paracelsus s-a născut în estul Elveției, în anul 1493. Tatăl lui a fost medic, copil nelegitim dintr-o familie nobilă. Mama lui a fost roabă pe moșia unei abații benedictine din apropiere de Einsiedeln. Puține alte lucruri se cunosc despre copilăria lui. Se pare că mama lui a suferit de un dezechilibru mintal și a murit, probabil în urma unei sinucideri, cînd Paracelsus avea nouă ani. Unele versiuni susțin că Paracelsus a fost și

Paracelsus, care a determinat ruptura față de fiziologia lui Galen, susținea de asemenea că are „secretul nemuririi" ascuns în măciulia bastonului său.

el fiu nelegitim al unei familii nobile și că a fost la rîndul lui „adoptat" de tatăl *lui*.

La fel de puțin se știe despre locul de unde a căpătat cunoștințele medicale. Și-a început lunga viață de pribegie la paisprezece ani și se poate să fi petrecut o scurtă perioadă la Universitatea din Basel cînd avea șaisprezece ani. Unele

surse spun că pentru un scurt timp el a fost şi student la Bishop Trithemius din Würzburg. Deşi a practicat medicina toată viaţa, nu există nici o dovadă legată de locul unde ar fi primit efectiv o diplomă medicală.

Ştim că prima oară cînd şi-a exercitat „oficial" profesia de medic a fost la minele Fugger din Tirol. Se poate ca acolo să se fi molipsit de interesul lui obsedant pentru alchimie. Sigismund Fugger, unul dintre proprietarii minelor, era un alchimist pasionat, iar locul era ideal pentru experimentele cu diferite metale. Tot la minele Fugger Paracelsus a început să elaboreze unele din controversatele sale teorii medicale.

Conform învăţăturilor tradiţionale ale lui Galen, care la rîndul lor fuseseră puternic influenţate de filozofia lui Aristotel, o boală suferită de corpul omenesc era consecinţa unui dezechilibru între cele patru „umori" ale corpului. Aceste umori, în viziunea anticilor, erau sîngele, flegma, bila galbenă şi bila neagră. Dominanţa uneia sau alteia dintre aceste substanţe determina totodată natura unică a unui individ. Astfel, despre o persoană a cărei fire era tristă sau melancolică, se credea că ar avea o cantitate mai mare de bilă neagră în sistem. Tocmai starea naturală a unei persoane o distingea de ceilalţi. Boala survenea atunci cînd starea naturală era deranjată de dezvoltarea unei cantităţi mai mari sau mai mici decît cea normală pentru respectiva persoană, a uneia din cele patru umori. Era sarcina medicului să descopere echilibrul natural unic al fiecărui pacient şi să restabilească acest echilibru prin metode precum luarea de sînge, purgaţiile, transpirarea sau vomitarea forţată.

Lucrînd printre mineri şi metalurgişti, Paracelsus a tratat frecvent afecţiuni pulmonare specifice profesiei şi, prin intermediul observaţiilor, a ajuns la unele concluzii diferite.

El a căpătat curînd convingerea că afecțiunile organismului nu se datorează unui dezechilibru intern al unor umori imaginare, pe care le-a ridiculizat ca absurde și arhaice. În schimb el considera că boala ar fi consecința unor cauze *externe*. El s-a gîndit că, în cazul minerilor, bolile pulmonare sînt probabil provocate de ceva respirat o dată cu aerul sau absorbit prin contact, prin intermediul pielii. A fost o intuiție importantă, care l-a ajutat mai tîrziu să pună bazele teoriei sale conform căreia multe boli se răspîndesc prin „semințe", una dintre primele versiuni ale teoriei germenilor. Fiind tot mai convins că viața este un proces chimic iar boala, o defecțiune survenită în chimia corpului, el a început să se gîndească la folosirea alchimiei ca metodă pentru crearea unor substanțe chimice care să restabilească sănătatea organismului. A scris prima carte despre bolile profesionale ale minerilor, iar în urma cercetărilor a introdus în practica medicală diferite combinații de plumb, sulf, fier, sulfat de cupru, arsenic și sulfat de potasiu. A mai făcut experimente cu eter ca anestezic, deși folosirea sa generalizată la oameni nu avea să intre curent în practică decît mulți ani după aceea.

PARACELSUS, ALCHIMISTUL

Un contemporan al lui Paracelsus, mineralogul german Georgius Agricola, lucra după niște coordonate similare. Această „iatrochimie", cum a ajuns să fie denumită chimia pusă în slujba medicinei, a marcat un început important – încercarea de a trata bolile prin intermediul chimiei și a unor noi medicamente anorganice. Era ceva foarte diferit față de banalele remedii organice obținute pe bază de plante, folosite de către antici și care continuă și astăzi să fie promovate de mulți.

Paracelsus la lucru în laboratorul său

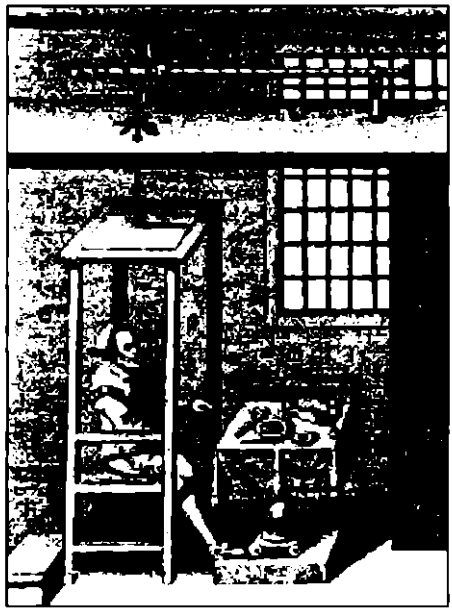
Din nefericire, Paracelsus rămînea în esență un alchimist, aflîndu-se sub influența puternică a magiei și superstițiilor, proprii practicilor alchimiei. De exemplu, el credea în astrologie, și acest lucru l-a făcut să creadă că diferitele părți ale organismului uman sînt guvernate de planete. Inima, considera el, ar fi supusă influenței Soarelui, creierul ar fi influențat de poziția Lunii, iar ficatul s-ar supune influenței lui Jupiter. Totodată el ajunsese la o concluzie mistică și anume nu numai că procesele fiziologice ale organismului sînt transformări chimice, dar că acele transformări sînt guvernate de o misterioasă entitate spirituală numită „archeus" Conform teoriei sale, acest archeus și-ar avea sediul în stomac. Moartea ar surveni atunci cînd această entitate fie moare, fie se pierde. În tratamentul rănilor Paracelsus continua să creadă în superstiția antică a „balsamului pentru armă", după care un balsam era aplicat obiectului care provocase rana, în loc să fie aplicat chiar pe rană! Conform credinței antice, vindecarea

avea să fie realizată prin puterea transmisă pe cale simpatică de la sîngele de pe armă către sîngele rănitului. De asemenea el susținea că ar fi creat un homuncul, un omuleț minuscul, perfect format, pe care îl incubase în interiorul unei tărtăcuțe, fără să recurgă pentru aceasta la ajutorul vreunei femei!

Ținînd cont de această stranie colecție de idei, nu-i de mirare că Paracelsus rămîne în continuare o figură controversată. După ce a plecat de la minele Fugger, cariera sa de alchimist și medic a fost o succesiune amețitoare de suișuri și coborîșuri. Personalitatea sa excentrică, pe măsura ideilor sale, nu i-a fost de ajutor. Egocentric pînă la absurd, el mai era și un băutor pasionat cu un temperament periculos. Era un dandy căruia îi plăcea să ducă o viață plină de bizarerii atunci cînd avea bani, dar în același timp era un nemulțumit și un paranoic cronic, înclinat să pună toate problemele sale pe seama necinstei și a prostiei celorlalți, atunci cînd banii i se terminau. Era o reputație care nu inspira încredere în medicul Paracelsus.

SANCTORIUS (SANTORIO SANTORIO)

Prieten cu Galilei, Sanctorius (1561–1636) a obținut o diplomă în medicină la Universitatea din Padova în 1587. După ce a practicat medicina la Veneția vreme de cîțiva ani, el a fost numit medic personal al regelui Poloniei. Paisprezece ani mai tîrziu și-a reluat practica medicală la Veneția. În 1611 a fost numit șeful catedrei de medicină teoretică din Padova, de unde a demisionat în 1629 pentru a reveni la practica medicală și a-și continua cercetările.



Sanctorius în scaunul-cîntar

Cercetările lui Sanctorius erau dedicate muncii de pionierat într-un domeniu pe care l-a intitulat statică medicală. Influențat de experimentele cantitative ale lui Galilei, Sanctorius a fondat studiul modern al metabolismului (transformările care constituie procesele vitale). Desigur, Sanctorius nu știa că asta era ceea ce făcea. Era un adept al lui Galen și încerca să înțeleagă echilibrul exact al celor patru umori ale corpului omenesc. Pentru aceasta, Sanctorius a decis să măsoare tot ce intra în corpul său, precum și tot ce ieșea din el. În următorii 30 de ani el și-a petrecut o mare parte din timp într-un dispozitiv special construit, scaunul-cîntar. Observînd că ceea ce intra în corp cîntărea mai mult decît ceea ce ieșea, el a dezvoltat teoria „transpirației

imperceptibile", un proces în seama căruia credea că trebuie pusă cantitatea lipsă. Teoriile sale s-au bucurat un timp de popularitate, deşi erau eronate, dar, mai important, el a promovat printre primii ideea de a face măsurători exacte ale proceselor organice. A inventat un termometru greoi dar utilizabil, un instrument pentru măsurarea umidităţii şi un pat special cu ajutorul căruia pacienţii puteau fi răciţi sau încălziţi în apă. A mai conceput un mijloc de măsurare a pulsului, folosind un pendul al cărui fir putea fi lungit sau scurtat după bătăile inimii. Comparînd lungimile firului de aţă, el putea determina variaţiile pulsului.

Pentru o vreme se pare că s-a bucurat de un relativ succes în practicarea medicinei la Strasbourg, îndeajuns ca să fie invitat la Universitatea din Basel pentru a ocupa un post în cadrul corpului profesoral. Acolo i-a supărat pe alţi medici refuzînd mai întîi să depună jurămîntul hipocratic – care a rămas în vigoare pînă astăzi pentru toţi medicii – şi apoi arzînd în public cărţile lui Galen, proclamînd cu grandilocvenţa-i tipică: „Barba mea ştie mai multe decît voi şi cărţile voastre" Gestul acesta nu i-a adus deloc popularitate, mai ales că se răspîndise zvonul că atunci cînd se petrecuseră toate acestea fusese beat.

După doi ani furtunoşi, lui Paracelsus i s-a cerut să plece din Basel şi restul vieţii şi l-a petrecut mai mult sau mai puţin pe fugă. Mutîndu-se din oraş în oraş, el şi-a continuat atacurile la adresa lui Galen şi a teoriei antice a umorilor. În acest fel îi ataca şi îi mînia totodată şi pe medicii locali pentru ceea ce el considera a fi deficienţele şi ignoranţa tratamentelor lor medicale. Practicînd propriul său melanj bizar de misti-

Hippocrat (460– 370 î.Hr.), cel mai mare medic al antichității, a conceput Jurămîntul lui Hippocrat, la care medicii aderă și astăzi

cism, alchimie și medicină, el a rămas pentru tot restul vieții o figură controversată, angrenată în bătălii și retrageri. Orice perioadă scurtă de succes părea să se sfîrșească inevitabil printr-un eșec, iar temperamentul său a devenit din ce în ce mai ciudat. Susținea că are sub comanda sa demoni care îi vor distruge pe toți adversarii săi la o simplă poruncă și că descoperise acel „secret al nemuririi" îndelung căutat de alchimiști, pe care-l ținea ascuns în măciulia fistichie a bastonului său.

Nu vom ști niciodată în ce măsură credea Paracelsus cu adevărat în aceste prostii și cît anume era ipocrizie și lăudăroșenie. Ultimii ani ai vieții au fost dominați de mizerie și de patima băuturii. A murit la 24 septembrie 1541, în orașul Salzburg. Unii spun că a fost ucis de inamicii săi, alții că a murit într-un accident provocat de beție.

Tot sub semnul controversei rămîne și cît de mult a contribuit acest personaj straniu la istoria științei. Cu siguran-

ță că alții, cum ar fi contemporanul său, Agricola, începuseră să adere la ideile privind înțelegerea chimică a corpului omenesc și tratamentul chimic al bolilor. Medicul și alchimistul flamand Johann Baptista van Helmont (1579–1644), și medicul olandez, Franciscus Sylvius (1614–1672), vor contribui fiecare în felul său la progresul în înțelegerea chimiei și a medicinei. Dar nimeni nu a fost la acea vreme mai sincer și mai curajos în susținerea acestei idei revoluționare decît pitorescul Paracelsus. Felul cum a sfidat ideile tradiționale și stagnante ale lui Galen alături de concepția sa despre procesele vitale ca procese chimice va iniția o nouă fază în istoria timpurie a fiziologiei. Alții, precum Sanctorius (vezi conspectul inserat mai sus), au început să cerceteze căi colaterale ale fiziologiei create de noua abordare statornicită de iatrochimie. Paracelsus și alți iatrochimiști au deschis o nouă cale de cercetare în explorarea științelor vieții și chiar și numai pentru contribuția sa la acest pas important în evoluția medicinei merită recunoașterea noastră.

CAPITOLUL 8

ESENȚA PROBLEMEI: WILLIAM HARVEY ȘI CIRCULAȚIA SÎNGELUI

Cu toate protestele lui Vesalius împotriva influenței puternice pe care teoria galenică o exercita asupra anatomiei și cu toate încercările lui Paracelsus și ale celorlalți de a slăbi restricțiile impuse de moștenirea galenică asupra practicii medicinei, fiziologia din secolul al XVII-lea continua să fie sufocată de ideile antice.

Pentru a înțelege fiziologia corpului omenesc, felul cum funcționează diferitele sale părți (care sînt funcțiile lor și felul cum le îndeplinesc), era esențial să se înțeleagă inima și sîngele. Eroul acestei părți a lucrării noastre a fost un liniștit medic englez numit William Harvey.

ÎNAINTE DE HARVEY: PRIMELE TENTATIVE DE ÎNȚELEGERE A SÎNGELUI

Cu mult înainte de Galen s-a recunoscut importanța deosebită pentru corpul omenesc a sîngelui. Chiar și cele mai primitive societăți i-au atribuit calități speciale, iar astăzi continuăm să vorbim de legături de sînge, de jurăminte de

sînge. Folosim în mod curent expresii ca „sînge rece", „i-a înghețat sîngele în vine", „i s-a urcat sîngele la cap", „prinț de sînge" etc. În unele societăți sîngele era folosit pentru a pecetlui contractele nupțiale și de afaceri. Unele triburi antice credeau că dacă bei sînge vei căpăta curaj și tinerețe. Iar legenda vampirului, aflat într-o perpetuă căutare a sîngelui celorlalți pentru a-și asigura propria nemurire, persistă în cultura populară. Mulți oameni greșit informați continuă să creadă că o transfuzie de sînge ar transfera trăsăturile de personalitate de la donator la primitor.

Atît Hippocrat cît și Aristotel știau că deplasarea sîngelui în organism este esențială pentru procesul vieții.

Studiile efectuate l-au condus pe Aristotel la concluzia că inima este organul central al corpului. În concepția sa, acesta ar fi sediul inteligenței, care ar controla totodată și fluxul sîngelui și ar furniza sîngelui căldura animală.

Galen, după ce a adunat laolaltă tot ceea ce anticii înțeleseseră despre sînge și după ce și-a definitivat propriile experimente, a ajuns la o concluzie diferită și mult mai elaborată. El considera corpul ca fiind guvernat fiziologic de trei seturi distincte de organe, fluide și spirite. Centrele acestor trei sisteme erau respectiv ficatul, inima și creierul.

Conform teoriei lui Galen, întreaga cantitate de sînge care circulă în organism își are originea în ficat. Alimentele, o dată ce pătrund în organism, sînt „fierte" și „coapte" în interiorul stomacului, unde sînt convertite într-o substanță fluidă numită *chyle*. Această substanță este transferată apoi în ficat, unde este convertită în sînge și infuzată cu „spirite naturale", cele care guvernează nutriția. Ficatul este originea, rădăcina, ca să spunem așa, tuturor venelor. Prin rețeaua de vene, asemenea unui sistem intern de irigație, întregul

organism primeşte sîngele, colorat într-un roşu închis de nutrienţi şi „spiritele naturale" pe care le conţine. Fiecare parte a corpului atrage la sine sîngele de care are nevoie, iar acesta ajunge acolo printr-un soi de flux şi reflux.

Ajungînd la partea dreaptă a inimii prin intermediul venelor, o parte din sînge trece, după cum credea Galen, din dreapta în stînga inimii prin nişte pori invizibili în septum (peretele despărţitor dintre cele două părţi). În partea dreaptă a inimii acest sînge se combină cu aerul atras în inimă din plămîni. Tot aici el se încarcă cu „spiritele vitale" care guvernează pasiunile, iar sîngele, avînd acum o culoare roşie mult mai deschisă, trece mai departe în restul corpului prin sistemul de artere.

O parte din acest sînge arterial ajunge la creier, unde „spiritele animale" sînt fabricate şi distribuite în corp prin intermediul sistemului nervos, despre care Galen credea că este o reţea de tuburi goale în interior. „Spiritele animale" guvernează senzaţiile şi mişcarea.

Prin urmare, în viziunea lui Galen importanţa primară a sîngelui ar fi să distribuie importantele „spirite vitale" „Spiritele" însele ar provoca mişcarea sîngelui. Funcţia plămînilor ar fi să răcească şi să ventileze inima care în mod firesc este fierbinte, deoarece acestea se constituie ca sediul „sufletului" Cît despre inimă, el credea că principala ei funcţie constă în pregătirea „spiritelor vitale" şi absorbirea aerului în timpul fazei active, numită sistolă, urmată de eliminarea acestuia în timpul diastolei.

Ca majoritatea teoriilor lui Galen, întregul sistem, cu feluritele sale infuzii mistice de „spirite" guvernatoare, corespondenţele sale cu gîndirea mistică precum şi complexa sa coerenţă internă, au constituit un element de mare atracţie

Deşi a fost unul din cei mai mari medici ai tuturor timpurilor, Galen a lăsat moştenire o concepţie eronată asupra sîngelui şi distribuirii sale în organism

al ideilor sale pentru numeroşi creştini. Prin secolul al XVI-lea, totuşi, începuseră să iasă la iveală anumite lacune.

Sau, mai exact, unii anatomişti se tot străduiau şi nu reuşeau să găsească anumite orificii foarte importante: porii minusculi, sau pasajele minuscule, din septumul aflat între cele două părţi ale inimii.

Michael Servetus (cca 1511–1553), un controversat medic spaniol, a fost printre primii care au ajuns la concluzia că aceste pasaje nu există. Studiile asupra operei lui Galen şi a altor anatomişti, precum şi propriile sale observaţii, l-au determinat să formuleze o teorie alternativă privind mişcarea sîngelui în interiorul corpului. Astfel el a considerat că, dacă pasajele nu există, atunci nu poate fi prea mare cantitatea de

sînge care se mişcă dintr-o parte în alta a inimii. Observînd că artera pulmonară este destul de mare şi că mişcarea sîngelui de la inimă la plămîni se face cu o putere foarte mare, el a conchis că spre plămîni este trimis mai mult sînge decît ar fi necesar numai pentru hrănirea acestora. Sîngele trebuie să ajungă la plămîni pentru a se aerisi, iar culoarea i se schimbă tocmai în timpul trecerii prin plămîni. După aceea este trimis înapoi prin vena pulmonară. În nici un moment, argumenta el, sîngele nu trece propriu-zis prin muşchiul cardiac. Servetus nu a fost un anatomist renumit, şi nici măcar un medic celebru, dar ideea sa despre „circulaţia mică" se poate să-i fi încurajat pe mulţi să atace blocajul intelectual şi filozofic impus de Galen fiziologiei.

Din nefericire, dat fiind mediul instabil oferit de religie la acea vreme, Servetus a fost un teolog la fel de franc pe cît a fost ca medic. Ideile lui religioase eretice au reuşit să-i creeze inamici puternici, atît printre catolici, cît şi printre protestanţi. Nefiind un om care să accepte cu uşurinţă cenzura, el şi-a forţat prea mult şansa. Biserica Catolică precum şi protestanţii au cerut imediat executarea sa. Reuşind să scape din ghearele Inchiziţiei catolice, a fost capturat de către protestanţi la Geneva. Acolo, la ordinele directe ale lui Jean Calvin, a fost legat cu un lanţ de fier şi ars de viu pe rug, refuzîndu-i-se „milostenia" de a fi mai întîi strangulat.

Oricum, provocarea la adresa lui Galen a continuat. Un alt anatomist şi mai celebru a fost descumpănit de imposibilitatea de a găsi minusculele pasaje, care erau atît de importante pentru teoria lui Galen. „Septumul este la fel de dens şi de compact ca şi restul inimii. Prin urmare, nu văd cum chiar şi cele mai mici particule ar putea fi transferate din ventriculul drept către cel stîng prin el", scria Andreas

Vesalius în 1555. Rămas în continuare un galenist cînd era vorba de fiziologie, Vesalius a presupus că porii trebuie să existe, dar că sînt mult prea mici pentru a fi vreodată descoperiți.

„Mișcările inimii sînt cunoscute numai de către Dumnezeu", scria cu perplexitate unul dintre contemporanii lui Vesalius.

Unul dintre studenții lui Vesalius, Realdo Columbo (1516–1559), a fost în același timp și unul dintre criticii săi cei mai vehemenți. Urmîndu-i lui Vesalius ca profesor de chirurgie și anatomie la Padova, Columbo a fost unul dintre cei mai locvace atacatori ai lucrării *Fabrica*. Deși se spune că reputația sa personală și profesională lăsa mult de dorit, nu i se poate contesta meritul de a fi scris un tratat de medicină, *De re anatomica* („Despre anatomie"), publicat în 1559 de către copiii săi. Deși unii dintre criticii săi au categorisit-o drept o palidă imitație a lucrării *Fabrica* (și fără ilustrații pe deasupra), aceasta conținea totuși teoriile lui Columbo despre mișcarea sîngelui în organism. Argumentele lui Columbo, cum că sîngele ar circula din partea dreaptă a inimii în cea stîngă prin intermediul plămînilor, se poate să fi fost împrumutate din lecturi ale lui Servetus, dar au fost clar exprimate și reprezintă prima publicare a ideii așa-numitei circulații mici de către un anatomist bine cunoscut. Totuși, lucrarea nu a declanșat o revoluție importantă împotriva ideilor galenice bine înrădăcinate legate de inimă și sînge. Soluția la problemele inimii și sîngelui și adevărata revoluție împotriva fiziologiei lui Galen aveau să mai aștepte încă șapte decenii pînă cînd un medic englez talentat și devotat profesiei avea să ofere în sfîrșit soluția.

Asemenea unui alt mare om de știință, Charles Darwin, cu care ne vom întîlni într-unul din volumele acestei serii,

William Harvey nu a fost un revoluționar entuziast. Un om liniștit, cumsecade și conservator, care-i respecta atît pe Galen cît și pe Aristotel, Harvey a dezvoltat niște teorii și a adunat cu atenție probe asupra circulației sîngelui ce vor da lovitura finală medicinei lui Galen.

IDEI MARI ÎNTR-O CARTE MICĂ

William Harvey s-a născut la Folkestone, pe coasta sudică a Angliei, pe 1 aprilie 1578. Tatăl lui a fost un fermier prosper care ulterior a trecut la negustorie și în cele din urmă a devenit primar al localității Folkestone. Alături de ceilalți șase frați ai săi, Harvey s-a bucurat de o viață confortabilă și a beneficiat de pe urma legăturilor strînse de familie. Chiar dacă William a fost singurul dintre frați care a urmat o carieră academică (toți ceilalți șase devenind negustori prosperi), a păstrat cele mai bune relații cu toți frații săi. A avut și două surori, dintre care una a murit la o vîrstă fragedă, iar despre cealaltă se cunosc puține lucruri. În schimb frații au trăit cu toții pînă la adînci bătrînețe, ajutîndu-se adesea unul pe celălalt financiar și emoțional. A avut o copilărie plină de căldură și siguranță, ceea ce probabil că a contribuit mai tîrziu la modesta siguranță de sine care l-a caracterizat pe William Harvey.

La vîrsta de zece ani William a intrat la Knight's School din Canterbury și de acolo a ajuns la Universitatea Cambridge în 1593, beneficiind de o bursă medicală. Încă din copilărie a manifestat un interes acut față de medicină și, la fel ca Vesalius, a făcut disecții pe animale în bucătăria familiei. De asemenea a studiat inimile de animale pe care le primea de la măcelarii locali și de la un abator din apropiere.

Harvey a obținut licența în științe umaniste de la Colegiul Caius, Cambridge, în 1597, iar în 1599 s-a îndreptat spre cel

mai bun loc din lume pentru un tînăr student la medicină care dorea să-şi desăvîrşească studiile: celebra Universitate din Padova, Italia. Acolo a devenit student al renumitului Fabricius, care construise de curînd la Padova primul amfiteatru acoperit destinat exclusiv efectuării disecţiilor. Socotit al doilea mare anatomist al vremii, imediat după Vesalius, Fabricius, care în 1603 a publicat o lucrare despre descoperirea valvelor în vene, a devenit un personaj care a exercitat cea mai mare influenţă asupra tînărului Harvey, aflat la vîrsta de 21 de ani. Harvey a lucrat ca asistent special al lui Fabricius şi a avut o strînsă colaborare cu „maestrul" său. La Padova a căpătat Harvey obiceiul de o viaţă de a purta la centură un mic pumnal de argint. Tot la Padova se poate să fi căpătat şi dependenţa de cafea, care pe atunci era o băutură mult mai rară decît astăzi. Mulţi istorici, luînd notă de comentariile contemporanilor lui Harvey privind temperamentul repezit al acestuia, iritabilitatea şi frecventele atacuri de insomnie, au pus pe seama cafelei apariţia acestor manifestări la un om care în mod normal era foarte liniştit.

Mai important este însă faptul că la Padova Harvey a devenit foarte interesat de problemele inimii şi mişcarea sîngelui.

Deşi Fabricius nu şi-a publicat ideile despre valvele din vene decît în 1603, Harvey a aflat cu siguranţă despre ele mai devreme, în timpul colaborării lui cu Fabricius. Timpul petrecut alături de acesta ca şi participarea la lecţiile de anatomie din amfiteatru i-au stimulat gîndirea. Spre sfîrşitul vieţii el îi scria publicistului şi chimistului britanic Robert Boyle că tocmai valvele din vene l-au făcut să se gîndească la posibilitatea ca sîngele să curgă într-un singur sens în interiorul corpului. L-a mai ajutat şi dramaticul accident în

urma căruia un prieten al lui Harvey s-a ales cu o arteră a brațului tăiată după ce luase parte la o luptă cu cuțitele, în atmosfera mereu tulbure din Padova acelor vremuri. Privind cum era tratată rana, Harvey a observat că sîngele țîșnește în reprize, cu totul altfel față de curgerea continuă din vene. Tînărului Harvey i se părea că sîngele se comportă ca și cum ar fi fost pompat.

Profesorii îl învățaseră că în corpul omenesc există două feluri diferite de sînge: primul este sîngele din ficat, care asigură hrănirea, sau „spiritele animale", iar al doilea este sîngele din inimă, care furnizează „spiritele vitale", inclusiv căldura și energia. În ciuda culorilor diferite, sîngele i se părea iscoditorului Harvey același. L-a gustat și pînă și gustul era același. Poate că era același. Dacă așa stau lucrurile, a început el să se întrebe, atunci poate că prin întregul organism circulă un singur fel de sînge. Și poate că, de fapt, este pompat de inimă. A fost începutul unei idei și cu siguranță că ea se potrivea cu filozofia aristoteliană.

Deși Galilei preda la Padova în timp ce Harvey era student acolo, universitatea rămăsese temeinic pro-ptolemeică în astronomie și la fel de temeinic pro-galenică în cea mai mare parte a medicinei. Aristotel vorbise despre perfecțiunea și frumusețea cercurilor. „Am început să mă gîndesc dacă nu cumva ar putea fi o mișcare în sens circular", scria mai tîrziu Harvey, „în același fel în care Aristotel spune că aerul și ploaia imită mișcarea circulară a corpurilor superioare"

Prudent și conservator, el nu a încercat să-și impună ideile la Padova. Ideile nu constituiau dovezi. A obținut doctoratul în medicină în 1602 și s-a întors în Anglia pentru a începe practicarea medicinei. Acolo s-a căsătorit cu fiica unui eminent medic și a avut o ascensiune rapidă pe plan profe-

sional, devenind pe rînd membru al Colegiului Medicilor, medic la spitalul Sf. Bartolomeu, profesor de anatomie la Colegiul Medicilor şi Chirurgilor şi medic extraordinar al regilor Iacob I şi Carol I. Harvey a rămas totodată prieten apropiat şi confident al regelui Carol de-a lungul întregii domnii tumultuoase a suveranului.

Pe parcursul acestei ascensiuni pe plan social şi medical ieşite din comun, el a rămas un pasionat călător pe căile cunoaşterii. Şi, dacă practica lui medicală neremarcabilă i-a creat reputaţia de a fi un practician oarecum mediocru (el rămînînd sub influenţa lui Galen în rezolvarea diferitelor probleme medicale cotidiene), preocuparea lui constantă pentru înţelegerea modului de funcţionare a corpului uman a mers aşa departe încît l-a făcut să efectueze autopsii pe cadavrele unor prieteni apropiaţi, ba chiar şi pe cele ale părinţilor săi.

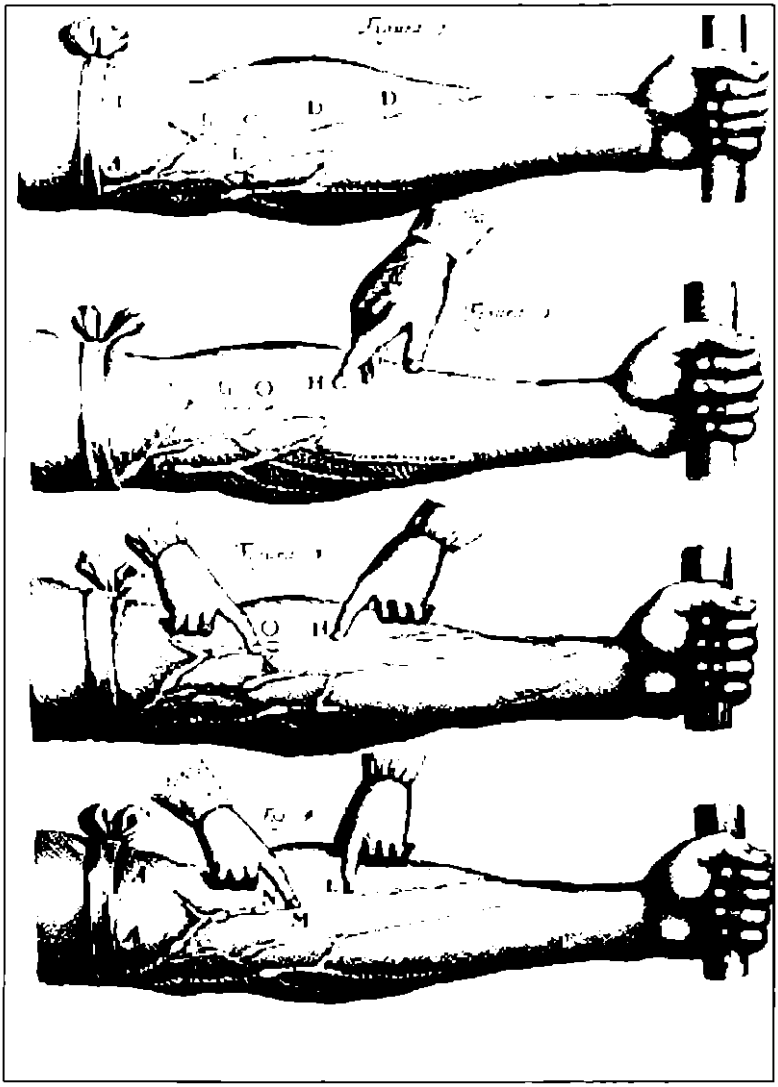
În 1616, notele sale de lectură arată că ajunsese pe calea înţelegerii felului cum sîngele circulă prin organism. Lucrarea sa revoluţionară *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* („Despre mişcarea inimii şi sîngelui la animale") a fost publicată 12 ani mai tîrziu, şi rămîne una din marile capodopere din istoria timpurie a ştiinţei. Dacă în filozofie Harvey era un aristotelian şi un tradiţionalist, în privinţa tehnicilor experimentale şi de cercetare era un modernist.

Harvey a abordat problema din punctul de vedere al mecanicii fluidelor. El a izolat problema şi a refuzat să încerce schiţarea unor scheme măreţe ale naturii, în general. Cum curge sîngele, şi ce parte a inimii joacă un rol în această mişcare au fost preocupările lui primordiale. Nu a fost deloc preocupat de misterioasele „spirite" în lucrarea *De Motu*

Cordis, explicînd: „Întrebarea dacă inima, pe lîngă faptul că pune în mişcare sîngele, distribuindu-l în tot corpul, îi mai adaugă ceva – căldură, spirit, perfecţiune – trebuie studiată cu atenţie, iar răspunsul trebuie dat pornind de la alte baze" Deşi din punct de vedere filozofic şi temperamental Harvey era un aristotelian de modă veche, el a abordat corpul în spiritul lui Galilei şi al epocii sale ca pe un mecanism şi şi-a fixat ca obiectiv înţelegerea mecanicii inimii şi a sîngelui.

La fel ca în cazul lui Galilei, metoda lui s-a bazat pe experimente atente şi meticuloase. „Nu pretind că pot să învăţ anatomie din axiomele filozofilor", scria el în introducere, „ci din disecţii şi din edificiul naturii."

William Harvey demonstrîndu-şi ideile cu privire la curgerea sîngelui



În aceste desene din cartea sa Harvey şi-a ilustrat experimentele prin care a demonstrat că sîngele curge într-un singur sens prin vene: spre inimă.

HARVEY ŞI REPRODUCEREA ANIMALELOR

Nu întreaga activitate a lui William Harvey a fost dedicată problemelor circulației sîngelui. El a mai fost interesat şi de problemele reproducerii animalelor. A fost unul dintre primii care au studiat dezvoltarea puilor în ouă, publicîndu-şi rezultatele în 1651 într-o carte mare intitulată *De generatione animalium* („Despre reproducerea animalelor"). Lucrînd fără microscop, el a studiat dezvoltarea puilor deschizînd cu grijă cîte un alt ou aflat la clocit, în fiecare zi. Observînd că forma cea mai timpurie părea să se constituie dintr-o crustă minusculă, abia vizibilă cu ochiul liber (prima apariție a embrionului vizibilă fără ajutorul instrumentelor optice), el a căutat ceva similar la mamifere. Concluzia lui a fost că toate vietățile trebuie să crească dintr-un punct simplu, nediferențiat din sînge, pe care l-a denumit „primordium" Încercînd să urmărească dezvoltarea ulterioară a puiului în interiorul oului, el a susținut că embrionul îşi dezvoltă lent părțile ce urmează să-l compună, pe măsură ce creşte, într-un proces pe care l-a denumit „epigeneză" Dar realizările sale în acest domeniu nu s-au bucurat de larga acceptare pe care a primit-o cercetarea meticuloasă a circulației sîngelui. Din păcate, cartea a mai fost împovărată şi de o filozofie generală şi oarecum greoaie de sorginte aristoteliană pe care, în mare parte, a exclus-o din marea sa lucrare dedicată circulației.

În locul epigenezei lui Harvey, la rampă a ieşit un alt punct de vedere, mai vechi. Alți cercetători au ajuns la concluzia greşită că embrionul este complet format în interiorul oului, unde toate părțile există deja în formă miniaturală. Înăuntrul acelui embrion s-ar afla un alt embrion

miniatural gata format, iar în interiorul aceluia un altul, şi un altul, toate cuibărite unul în interiorul celuilalt ca nişte casete chinezeşti. Fiecare embrion ar fi din ce în ce mai mic, pînă cînd ultimii ar deveni total invizibili chiar şi pentru microscopul cel mai puternic al momentului. Această idee, numită „preformare", îşi avea originea tocmai în ideea lui Platon privind formele perfecte şi a fost susţinută de Biserică. Chiar şi marele specialist în microscopie Marcello Malpighi a devenit convins în urma studiilor sale că trebuie să existe un fel de preformare. Această viziune şi variaţiunile pe această temă aveau să predomine pînă spre sfîrşitul secolului al XVIII-lea, cînd opera lui Kaspar Friedrich Wolff şi ale altora aveau să arunce o nouă lumină asupra problemei.

El şi-a început argumentaţia cu o dovadă obţinută în urma numeroaselor sale disecţii şi vivisecţii făcute pe animale. A discutat cu mare atenţie despre structura valvelor din inimă, structura marilor vase sangvine şi absenţa porilor sau pasajelor din septum. Nici una dintre acestea nu avea sens dacă se adopta punctul de vedere tradiţional asupra mişcării sîngelui conform lui Galen.

Abordînd problema din punct de vedere mecanic, argumenta Harvey, oricine poate vedea că inima nu e decît un muşchi care acţionează prin contracţii, pompînd sîngele în afară. Subliniind că valvele care separă cele două camere superioare (auriculele) de cele două camere inferioare (ventriculele) aveau sens unic de trecere, el a demonstrat că sîngele nu poate curge decît într-un singur sens, de la auricule la ventricule şi nu invers. Interpretînd corect rolul valvelor din vene despre care scrisese Fabricius, Harvey a arătat că

funcția lor este și de control al direcției de curgere a sîngelui, nu numai al debitului său, așa cum se gîndise Fabricius. Valvele din vene permit sîngelui să curgă numai de la vene către inimă, în vreme ce valvele din inimă permit sîngelui să treacă numai în artere.

În continuare el a prezentat unele argumente matematice fundamentale. El a calculat că într-o oră inima pompează o cantitate de sînge de trei ori mai mare decît greutatea totală a corpului omenesc! Era de neînchipuit ca într-un timp atît de scurt atît de mult sînge să poată fi format la capetele arterelor, așa cum o cerea sistemul lui Galen. Trebuie să fie același sînge, argumenta el, care se mișcă într-o circulație continuă de la inimă în artere, de la acestea înapoi la vene, apoi înapoi în inimă.

El a mai explicat cum experimentele sale făcute pe șerpi demonstraseră că o ligatură aplicată pe vena cavă (marea venă care intră în inimă) lăsa inima goală, în vreme ce o ligatură similară pe aortă (marea arteră prin care sîngele părăsește inima) a dus la acumularea sîngelui în inimă. Era un alt argument puternic în favoarea direcției unice a fluxului de sînge. El a mai demonstrat că dacă o arteră este strangulată partea dinspre inimă a acesteia se umflă din cauza sîngelui, în vreme ce strangularea unei vene are drept consecință o umflătură în partea opusă inimii.

Un alt exemplu l-a extras din practica luării de sînge, demonstrînd că o aplicare strînsă a bandajului comprimă artera și oprește pulsul, în vreme ce o bandajare mai lejeră produce un flux încetinit în vene. Mai mult decît atît, o venă care a fost golită între două valve nu se umple dinspre partea de sus – încă o dovadă a mișcării în sens unic a sîngelui.

Alte exemple şi experimente i-au consolidat argumentaţia. Mişcarea sîngelui, a conchis el, este un cerc închis. Sîngele circulă. Iar inima este un muşchi, o pompă care primeşte sîngele prin intermediul venelor şi îl pompează prin artere prin contracţii şi dilatări succesive.

Aşa cum s-a exprimat chiar el, „sîngele din corpul animalelor este împins într-o mişcare circulară şi se află într-o mişcare neîntreruptă. Aceasta este funcţia îndeplinită de inimă prin pulsaţiile sale. Şi acesta este singurul scop al mişcării şi contracţiei inimii."

A fost o argumentaţie ingenios organizată şi temeinic demonstrată. Iar cartea sa, în pofida numărului redus de pagini (72) şi a calităţii defectuoase a editării (a fost tipărită prost, pe hîrtie ieftină şi a avut numeroase greşeli de tipar) a căpătat imediat numeroşi prozeliţi. Pentru mulţi medici practicanţi ea explica pe loc, printre altele, felul cum infecţiile, otrăvurile sau veninul de şarpe se pot răspîndi atît de rapid în întregul sistem. Tot el a deschis şi perspectiva injectării medicamentului direct în vene pentru a fi distribuit în întreg corpul. Ba chiar a inspirat ideea unor încercări de transfuzii de sînge, care în mare parte au fost nereuşite deoarece nu se ştia încă nimic despre diferitele grupe sangvine.

Au existat şi piedici puse acestor idei. Tradiţia nu se lasă cu uşurinţă dată la o parte. Iar Harvey a fost unul dintre primii care s-a plîns că nu va fi înţeles de nici o persoană care a depăşit vîrsta de 30 de ani. Dar dovezile adunate cu grijă precum şi activitatea celor care i-au călcat pe urme, îndeosebi a lui Marcello Malpighi, cu care ne vom întîlni în capitolul următor şi care a eliminat ultimele fisuri ale argumentaţiei lui Harvey, au dus în cele din urmă la succesul meritat.

Spre deosebire de Galilei, care i-a atacat pe antici şi scolastici, dar n-a apucat să-şi vadă ideile larg acceptate, Harvey a avut mult mai mult noroc. Exceptînd unele circumstanţe izolate, provocate mai ales de cele mai conservatoare facultăţi de medicină din Franţa, lucrarea sa era aproape universal acceptată la data morţii sale, în 1657.

A fost ultima lovitură importantă dată lui Galen şi influenţei restrictive pe care anticii o exercitaseră asupra medicinei. Fundamentele gîndirii lui Galen, slăbite considerabil de către Vesalius, Harvey şi alţii, se sfărîmau lent. O dată cu opera lui Harvey, a luat naştere un nou punct de pornire pentru fiziologia animală. Şi poate că mai important este faptul că s-a făcut un pas important pe drumul metodei experimentale moderne în abordarea problemelor din biologie.

„Dacă cineva doreşte să observe lucrările naturii, nu trebuie să se încreadă în cărţile de anatomie, ci în propriii săi ochi...", scrisese însuşi Galen. Au fost cuvinte pe care scolasticii nu le-au luat în seamă. Poate că tocmai liniştitul şi conservatorul Harvey a fost îndreptăţit să-i omagieze în felul său propriu, respectînd îndemnul înţelept al lui Galen, pe anticii pe care îi preţuia atît de mult.

SÎNGELE ŞI AERUL

William Harvey a demonstrat cu succes modul în care circulă sîngele, dar nu a oferit nici o explicaţie completă cu privire la scopul căruia îi serveşte acesta în organism. Aceasta a rămas în sarcina altor patru experimentatori de frunte din secolul al XVII-lea, care au ajuns la un răspuns pe baza experimentelor lor cumulate.

Robert Boyle (1627–1691) a făcut primul pas atunci cînd a demonstrat cu ajutorul unor experimente cu o pompă de aer că un şoarece sau o pasăre nu poate trăi fără aer. Robert Hooke (1635–1703), care a lucrat pentru o vreme ca asistent al lui Boyle înainte de a purcede pe drumul unei cariere personale strălucite, a efectuat experimente în care a imobilizat plămînii unui cîine, dar a menţinut cîinele în viaţă suflînd aer în plămînii acestuia. Prin aceste experimente, în cursul cărora el a făcut una dintre primele demonstraţii de respiraţie artificială, Hooke a arătat că rolul cu adevărat important pentru ca viaţa să continue îl are aerul din sînge şi nu mişcările plămînilor. Experimentele lui Richard Lower (1631–1691) au dezvăluit că sîngele venos închis la culoare se transformă în sîngele arterial de culoare roşu aprins după ce trece prin plămîni, ceea ce i-a sugerat că schimbarea se produce prin intervenţia unui anume ceva din aer. Şi în sfîrşit John Mayow (1643–1691) a identificat această substanţă din sînge ca fiind *spiritus nitro aerus*, sau oxigenul, cum avea să fie denumit ulterior, element care avea să fie studiat mai îndeaproape de către chimistul Joseph Priestley după mai bine de un secol.

CAPITOLUL 9

PRIVIND LA LUCRURILE FOARTE MICI: LUMEA VĂZUTĂ CU AJUTORUL MICROSCOPULUI

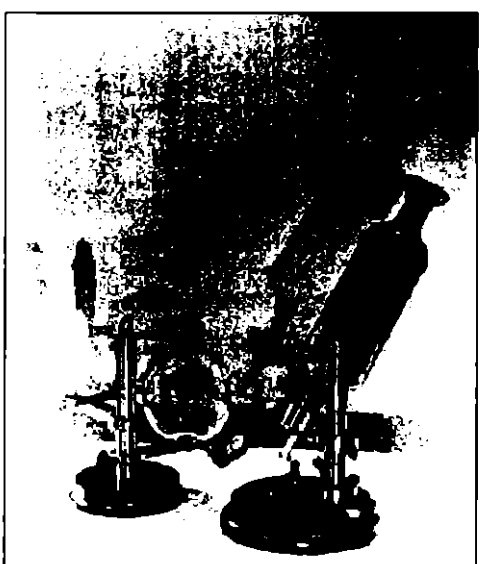
...Ori de cîte ori am descoperit ceva remarcabil, am considerat de datoria mea să-mi aştern descoperirea pe hîrtie, astfel încît toţi oamenii ingenioşi să poată fi informaţi.

Anthony van Leeuwenhoek

Omul care avea să completeze ultima verigă lipsă din argumentaţia lui Harvey asupra circulaţiei sîngelui a fost Marcello Malpighi. Născut în 1628, în anul în care marea carte a lui Harvey a văzut lumina tiparului, Malpighi a reprezentat o nouă generaţie de cercetători ştiinţifici. „Microscopiştii" secolului al XVII-lea erau mai puţin preocupaţi de marile idei şi teoriile grandioase, decît „verii" lor într-ale ştiinţei. Pentru ei lumea se reducea la ceea ce era extrem de mic, la „realităţile" din faţa ochilor lor. Cercetările lor erau de fiecare dată nişte incursiuni pe tărîmul cunoaşterii. Neîmpovăraţi de bagajul filozofic al trecutului, ei au căutat

doar să consemneze ceea ce vedeau cu ochii lor şi nu să corecteze vechile credinţe sau să creeze unele noi.

Nimeni nu ştie exact cînd a fost inventat primul microscop adevărat. Lentilele au fost utilizate încă de pe vremea asirienilor, cu mult înainte de epoca Greciei antice. Seneca, filozoful roman, a scris despre faptul că un bol cu apă limpede ţinut în poziţia potrivită poate mări scrisul. Ptolemeu a scris un tratat de optică. Lentile şlefuite au fost descoperite în ruinele oraşelor Pompei şi Ninive. Şi arabii foloseau lentile, iar în secolul al XIII-lea alchimistul şi scriitorul Roger Bacon a scris despre proprietăţile optice ale luminii refractate şi capacitatea de mărire optică a diferitelor lentile. În 1558, naturalistul elveţian Konrad Gesner, cu care vom face



Primele microscoape, precum acesta, care a fost folosit de Robert Hooke, au permis oamenilor de ştiinţă să pătrundă în lumea microscopică pentru prima oară

cunoştinţă în capitolul următor, a folosit lentile în chip de lupă pentru a studia cochiliile de melc.

După cît se pare, fabricantul olandez de microscoape Zacharias Janssen a fost probabil cel dintîi care a folosit mai multe lentile în combinaţie pentru a creşte puterea de mărire. Primul dintre aceste microscoape compuse a fost probabil produs în jurul anului 1590. Pe la mijlocul secolului al XVII-lea, acestea precum şi alte diferite microscoape au ajuns în mîinile unui grup restrîns şi devotat de oameni care începeau să vadă ceea ce ochii oamenilor nu mai văzuseră pînă atunci. La fel ca şi descoperirile făcute de Galilei cu ajutorul telescopului, realizările lor vor deschide o nouă şi importantă fereastră către lumea naturii şi a misterelor sale. Cu ajutorul microscopului, scria Pierre Boral, fizicianul de curte al lui Ludovic al XIV-lea: „Insecte minuscule se preschimbă în monştri colosali... nenumărate părţi sînt descoperite... se deschide o nouă fizică"

MALPIGHI ŞI CAPILARELE

Unul dintre primii mari microscopişti, Marcello Malpighi (1628–1694), şi-a făcut studiile la Universitatea din Bologna, unde şi-a obţinut licenţa medicală în 1656. Atmosfera de la Bologna era sufocantă şi conservatoare. Candidaţii la obţinerea calităţii de medic, de exemplu, trebuia să jure sub ameninţarea pierderii licenţei că nu vor trata nici un pacient mai mult de trei zile dacă acesta nu mărturiseşte şi nu se declară ca fiind un catolic devotat. Iar Malpighi, care întotdeauna a avut înclinaţii spre nonconformism, a plecat în scurt timp pentru a deveni profesor la Universitatea din Pisa. Acolo s-a împrietenit cu matematicianul şi anatomistul cu vederi progresiste Giovanni Borelli. A fost o prietenie care a durat

mulți ani și care i-a inspirat pe amîndoi. Borelli și Malpighi au efectuat disecții împreună, au petrecut multe ore discutînd ideile progresiste ale lui Galilei și Descartes și au continuat prin a-și scrie scrisori informative toată viața. Borelli a început în același timp să facă unele descoperiri cu ajutorul microscopului, și este probabil că la Pisa și-a început Malpighi principalele sale studii microscopice. Totuși, problemele personale l-au forțat să se întoarcă la Bologna, unde și-a petrecut mai tot restul vieții, predînd și continuîndu-și observațiile microscopice.

Încă din studenție, Malpighi a fost puternic impresionat de opera lui William Harvey, și a fost un admirator devotat al strădaniilor meticuloase ale acestuia în rezolvarea problemelor legate de circulația sîngelui. În argumentația persuasivă a lui Harvey exista totuși o lacună majoră: pentru a „închide circuitul" sîngelui în interiorul corpului, trebuia descoperită o anumită legătură între artere și vene. Majoritatea adepților lui Harvey au presupus că această legătură ar trebui să existe, dar pentru că era prea mică pentru a fi văzută ea nu putea fi dovedită.

O serie de experimente și de observații microscopice pe care Malpighi le-a făcut între 1660 și 1661 au oferit cheia. Studiind mai întîi plămînii cîinilor și trecînd apoi la disecții și la observații microscopice făcute pe sute de broaște și de lilieci, el a demonstrat că sîngele curge printr-o rețea complexă de vase prin plămîni. A fost un pas important spre înțelegerea, în sfîrșit, a problemei respirației, deoarece acum a devenit din ce în ce mai clar cum se poate difuza aerul din plămîni în fluxul de sînge ca să poată fi purtat mai departe în organism.

Apoi Malpighi a făcut cea mai importantă descoperire a sa. Studiul microscopic al membranei de la aripile liliecilor

a dezvăluit nişte vase mici (ulterior numite capilare), invizibile ochiului liber, care conectau cele mai mici artere vizibile de cele mai mici vene vizibile. Descoperirea furniza în sfîrşit veriga care lipsea pentru a completa sistemul circulator al lui Harvey. Alte observaţii microscopice făcute pe încă şi mai multe broaşte (într-o scrisoare adresată lui Borelli el spunea că are senzaţia că a distrus „întreaga seminţie a broaşţelor") au validat această descoperire. A avut chiar ingenioasa idee de a injecta apă în artera pulmonară şi de a o vedea cum vine înapoi prin vena pulmonară. În realitate, aceasta a spălat sîngele din plămîni făcînd ca ţesutul pulmonar să devină mai transparent şi astfel capilarele au devenit mai vizibile. Harvey a avut dreptate.

GIOVANNI BORELLI ŞI CORPUL MECANIC

Filozoful şi matematicianul francez René Descartes a exercitat o influenţă uriaşă asupra gînditorilor din secolele al XVII-lea şi al XVIII-lea. Deşi nu era un om de ştiinţă şi nu a făcut nici o experienţă sau cercetare originală, Descartes a reuşit să se remarce prin teoriile sale privind natura mecanică a universului care au rivalizat ca impact cu cele ale lui Newton. Descartes a argumentat că toate obiectele din univers, nu numai stelele şi planetele, dar şi animalele şi oamenii, pot fi înţelese în termeni pur mecanicişti.

Giovanni Borelli (1608–1679), un matematician şi fiziolog italian, a fost prieten apropiat al fiziologului şi microscopistului Marcello Malpighi. Nu există dovezi că Borelli ar fi studiat vreodată în mod oficial medicina. La început a fost interesat de matematică şi de noua astronomie

a lui Galilei, pe care l-a admirat foarte mult. După ce a obținut un post la catedra de matematică la Pisa în 1656, el s-a împrietenit și mai mult cu Malpighi și a lucrat alături de acesta, efectuînd o serie de studii anatomice. Sub influența lui Galilei și Descartes, Borelli a nutrit ambiția de a aplica principiile mecaniciste ale noii gîndiri asupra lumii fizice la funcționarea corpului omenesc. În cartea sa *De motu animalium* („Despre mișcarea animală"), el a discutat mișcările mușchilor individuali și ale grupelor de mușchi folosind principiile geometrice și mecanice, cum ar fi cele legate de pîrghii. El a mai studiat diferitele posturi ale oamenilor și animalelor precum și mecanica zborului păsărilor. A avut mai puțin succes atunci cînd a încercat să aplice principiile mecanice la organele interne ale corpului. El credea că stomacul, de exemplu, ar fi doar un dispozitiv de măcinare și nu a înțeles că funcționarea sistemului digestiv se bazează pe un proces mai degrabă chimic decît mecanic.

Încercările lui Borelli de a explica funcționarea corpului omenesc în termeni strict mecanici nu au constituit totuși un fenomen izolat la finele secolului al XVII-lea. Impresionați de numeroasele succese obținute în fizică de abordările newtoniene și carteziene, mulți alții au încercat și ei să răspundă la întrebările legate de organismele vii utilizînd noile metode. De fapt, pe la începutul secolului al XVIII-lea au început să se formeze două grupuri distincte de cercetători: iatromecaniciștii, care credeau că toate funcțiile corpului ar putea fi explicate cu ajutorul principiilor fizice și matematice bazate pe conceptele de forță și mișcare, și iatrochimiștii, care credeau că toate funcțiile organismului ar putea fi explicate ca fenomene chimice. Din nefericire pentru dezvoltarea unei depline înțelegeri a fiziologiei, cele două tabere

opuse au rămas în opoziție mulți ani, fiecare insistînd că propria abordare este singura valabilă.

Dar activitatea lui Malpighi nu s-a încheiat o dată cu descoperirea capilarelor. El și-a mai îndreptat microscopul și spre studiul anatomiei plantelor și al anatomiei dezvoltării plantelor și animalelor. Cu toate că, asemeni celei mai mari părți a operei sale, aceste investigații au adus o contribuție nemăsurată la dezvoltarea cunoașterii științifice, cercetările pe care le-a făcut asupra embriologiei puilor de găină au avut unele consecințe care au indus în eroare. Deși studiile rezultate au fost excelente prin numeroasele detalii, unele din observațiile lui Malpighi l-au făcut să creadă în mod greșit că descoperise forma unui pui intrată deja în procesul de dezvoltare în interiorul unui ou care nu fusese incubat de o găină. Aceasta i-a determinat pe mulți să conchidă că el descoperise dovada unei idei mai vechi conform căreia noul organism ar fi deja prezent, sau preformat, în detalii complete dar miniaturale, în interiorul oului sau al spermei. Deja unele cărți ale vremii arătau desene ale unor umanoizi minusculi complet formați în interiorul celulelor de spermă. Astfel, o idee filozofică antică a primit pentru o scurtă perioadă de timp o aparentă validare științifică pe care nu o merita.

O CONCENTRARE CRESCÎNDĂ ASUPRA STRUCTURII PLANTELOR

Nu toți specialiștii în microscopie s-au concentrat atît de intens asupra fiziologiei animale. Unul dintre cei mai activi cercetători în microscopie din secolul al XVII-lea, medicul englez Nehemiah Grew (1641–1712), și-a îndreptat micro-

scopul cu precădere asupra plantelor. Studiile sale legate de ceea ce s-ar putea numi anatomia plantelor l-au făcut să înțeleagă că florile sînt organele sexuale ale plantelor. El a descoperit pistilul (componenta feminină) și stamina (componenta masculină) și le-a recunoscut rolul jucat în procesul reproductiv. El a mai descoperit granulele de polen produse de stamină, echivalentul spermatozoizilor din lumea animală.

SWAMMERDAM ȘI LUMEA INSECTELOR

Tînărul naturalist olandez, Jan Swammerdam (1637–1680), și-a îndreptat în special cercetările făcute cu ajutorul microscopului către regatul insectelor. În viața sa tragic de scurtă și plină de suferințe (a fost subiectul unor intense perioade de instabilitate mentală, depresii și melancolie), Swammerdam și-a îndreptat lentilele microscopului asupra a peste 3000 de specii de insecte. Pasionat de muncă și metodic pînă aproape de obsesie, el a mai efectuat autopsii pe animale și oameni și a devenit expert în anatomie comparată. A obținut licența în medicină în 1667, dar nu și-a practicat niciodată profesia în mod regulat. Deși celebritatea și-a cîștigat-o în urma descoperirii corpusculilor roșii din sînge (care ulterior aveau să fie recunoscuți ca alcătuind structura sangvină care transportă oxigenul), Swammerdam și-a concentrat o mare parte a atenției asupra insectelor, ceea ce îl îndreptățește la titlul de primul entomolog adevărat al lumii.

Lucrînd cu mii de insecte minuscule, Swammerdam a făcut pionierat în multe tehnici de disecție și a pus la punct zeci de noi instrumente miniaturale necesare muncii sale. Examinînd unul dintre subiecții lui preferați, albina, a fost primul care a descoperit că „regele" este de fapt o femelă, că

trîntorii sînt masculi şi că restul, albinele obişnuite, sînt femele neutre, pe care le-a numit lucrătoare.

Activitatea ştiinţifică a lui Swammerdam a luat sfîrşit o dată cu intrarea în rîndurile unei secte religioase obscure şi extrem de fanatice, în 1673, dar muzeul său zoologic particular (pe care a încercat fără succes să-l vîndă împreună cu instrumentele şi cărţile sale) conţinea peste 3000 de insecte, toate atent disecate şi etalate. Doborît de boală, muncă excesivă şi implicare emoţională în activităţile sectei, a murit în 1680 la numai 43 de ani. Deşi scrierile i-au rămas în mare parte nepublicate în timpul vieţii, în anii 1737–1738 au fost publicate postum două volume care adunau lucrările sale privind insectele, sub titlul *Biblia naturae* („Biblia naturii"), lucrare care, la peste o sută de ani de la moartea sa, a fost recunoscută drept cel mai bun studiu privind microanatomia insectelor din secolul al XVIII-lea.

HOOKE, MAESTRUL ILUSTRATOR

Multilateralul şi controversatul fizician Robert Hooke a fost depăşit numai de Swammerdam în studiile efectuate cu ajutorul microscopului asupra insectelor. Cunoscut mai ales pentru studiile sale privind lumina şi pentru celebra sa dispută cu Newton (vezi Partea I), Hooke a fost totodată un specialist desăvîrşit în microscopie. Cartea sa *Micrographia* („Desene minuscule"), publicată în 1665, conţinea unele dintre cele mai minuţioase şi frumoase desene realizate vreodată în urma studiilor cu microscopul. Seria de 57 de ilustraţii, cele mai multe realizate de către Hooke însuşi (deşi unele se poate să fi fost realizate de strălucitul arhitect Christopher Wren) prezenta minunăţii precum ochiul unei muşte, forma acului de albină, anatomiile puricilor şi păduchilor, structura penelor

Desenul unui păduche de cap şi al unui fir de păr realizat de Robert Hooke

şi forma mucegaiurilor. *Micrographia* mai conţinea teoria lui Hooke asupra fosilelor, care ulterior s-a dovedit a fi corectă, dar la acea vreme a reuşit să devină subiectul unor controverse aprinse, şi detalia teoriile sale despre fizica luminii şi culorii împreună cu ideile sale asupra respiraţiei şi combustiei. Cele mai celebre observaţii făcute cu ajutorul microscopului au fost cele care au dus la descoperirile şi studiile legate de structura de fagure a arborelui de plută, pe care le-a numit „celule" pentru că semănau cu celulele sau chiliile monastice în care trăiau călugării din epoca sa. El a observat o textură similară la un număr de plante şi, deşi nu ştia cu certitudine cărui scop puteau servi aceste chilii sau

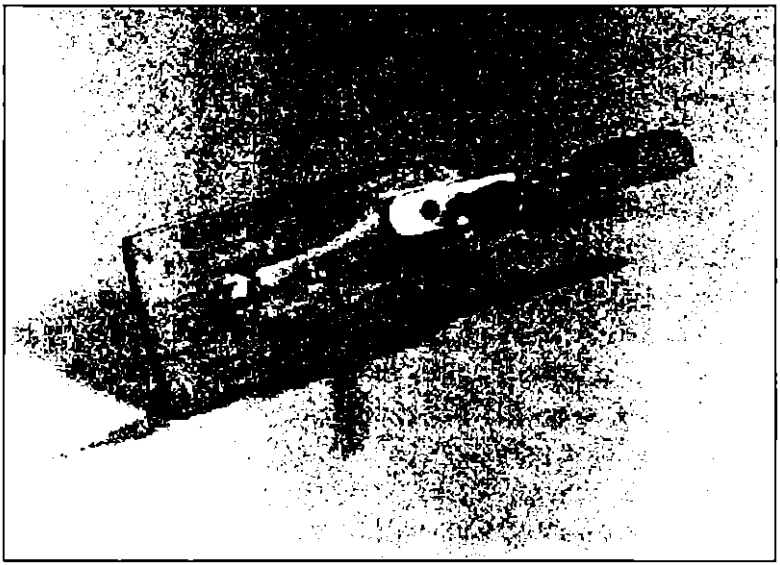
celule, s-a gîndit că ar putea servi drept canale pentru transportul fluidelor prin materialul vegetal, în acelaşi fel în care arterele şi venele îndeplinesc această funcţie în corpul animalelor.

MICA LUME A LUI LEEUWENHOEK

Fără îndoială că în secolul al XVII-lea cel mai remarcabil specialist în microscopie a fost fabricantul de microscoape autodidact din Olanda, Antony van Leeuwenhoek. Considerat de mulţi drept cel mai mare om de ştiinţă şi microscopist amator al secolului al XVII-lea, Leeuwenhoek s-a născut la Delft, Olanda, la 24 octombrie 1632. Tatăl lui a fost confecţioner de coşuri, iar mama fiica unui berar din oraş. (Vechiul şi pitorescul oraş Delft era renumit pentru porţelanurile sale fine şi pentru berea preparată acolo.) Copilăria lui Leeuwenhoek nu s-a remarcat prin nimic. Tatăl lui a murit cînd băiatul avea o vîrstă fragedă, iar a doua căsnicie a mamei sale a fost una fericită, astfel că micul Leeuwenhoek a fost crescut la fel ca mulţi alţi copii ai acelor vremuri şi a primit o educaţie standard la o şcoală secundară. La vîrsta de 16 ani a fost trimis la Amsterdam ca ucenic la un negustor de materiale textile. Acolo a îndeplinit, cea mai mare parte a timpului, funcţia de casier. După terminarea uceniciei s-a întors la Delft în 1654 şi şi-a deschis propria afacere cu textile. S-a căsătorit la 22 de ani şi a avut doi copii, iar pe măsură ce afacerea sa cu textile prospera, s-a pomenit numit într-o varietate de posturi municipale în micul oraş. În aparenţă era un om de afaceri tipic şi de succes dintr-un orăşel provincial, prea puţin diferit de zeci de alţi patroni de prăvălii de pe străzile liniştite din Delft. Avea un program regulat, obiceiuri sănătoase şi o reputaţie de om respectabil. Se îmbrăca potrivit normelor clasei mijlocii din care făcea parte şi

acționa în virtutea tradițiilor și ca un om care are conștiința curată.

Totuși, undeva de-a lungul drumului, Leeuwenhoek a început să construiască microscoape. Se poate să fi început această îndeletnicire ca pe un hobby, sau ca pe o parte a meseriei sale. Comercianții de textile mai cu pretenții obișnuiau să folosească lentile de mărire pentru a inspecta calitatea țesăturilor lor. Nu se cunoaște cînd anume nu s-a mai mulțumit să cerceteze țesăturile și și-a îndreptat lentilele spre alte lucruri. Dar e sigur că această preocupare trebuie să fi început devreme. Sutele de microscoape superb meșteșugite pe care le-a construit erau mult mai puternice și mai ingenioase decît ar fi fost de ajuns pentru nevoile simple ale unui negustor de textile. Toate microscoapele lui Leeuwenhoek aveau o singură lentilă. Microscoapele cu lentile duble sau compuse alte timpului său erau puternice, dar imaginile pe care le produceau erau denaturate de așa-numitele aberații cromatice. Tot ce era observat prin ele părea a fi înconjurat de margini colorate. Aceasta însemna că încercarea de a studia detaliile foarte mici era în cel mai bun caz dificilă și uneori imposibilă. Soluția ar fi fost construirea unui microscop cu o singură lentilă care să aibă puterea de mărire a microscoapelor compuse, dar să nu sufere de problemele ridicate de aberația cromatică. Soluția găsită de Leeuwenhoek a fost o singură lentilă, șlefuită cu grijă în forma unei mărgele de sticlă, pe care a fixat-o într-o gaură practicată într-o placă de bronz. Obiectul de studiat era ținut într-un loc fix și distanța față de lentilă era reglată cu ajutorul unui sistem de șuruburi. În cele mai multe cazuri obiectul de observat era ridicat în direcția luminii și era privit în acest fel, străbătut de lumină. Dimensiunea redusă și forma aproape sferică a lentilei lui



Imitație după unul dintre microscoapele lui Leeuwenhoek

Leeuwenhoek permitea o mare putere de mărire – unul dintre acestea, care a rezistat pînă azi, mărește obiectele de 275 ori – dar totodată solicita o intensă concentrare și adesea provoacă o oboseală severă a ochiului.

Prima recunoaștere a talentului unic al lui Leeuwenhoek în construirea și utilizarea microscoapelor a venit în 1673, cînd medicul și anatomistul Regnier de Graaf a scris o scrisoare Societății Regale din Londra. Cu toate că deja suferea de o boală incurabilă care avea să-l răpună în scurt timp, de Graaf avea încă o reputație solidă, datorată propriei sale activități științifice. Scrisoarea în care anunța că necunoscutul negustor de textile Antony van Leeuwenhoek a construit cele mai bune microscoape pe care le văzuse vreodată, a reținut atenția președintelui societății. Alături de propria sa scrisoare, de Graaf a trimis și o scrisoare primită de la

Leeuwenhoek în care acesta descria unele dintre activitățile și observațiile sale. Scrisoarea conținea observațiile microscopice pe care Leeuwenhoek le efectuase pe mucegai, gură de albină și păduchele obișnuit. O dată ce i-a fost stîrnită curiozitatea, președintele i-a scris lui Leeuwenhoek cerîndu-i mai multe detalii și schițe. Leeuwenhoek i-a răspuns că îi putea trimite detaliile cerute, dar întrucît nu știa să deseneze va trebui să pună pe cineva să-i facă desenele.

Chiar dacă la început atitudinea celor de la Londra a fost ușor condescendentă, căci Leeuwenhoek scria într-o limbă olandeză simplă și pitorească, dovedind o înțelegere precară a protocolului științific, pe urmă a început un lung șir de scrisori între savantul amator și Societatea Regală. Șirul scrisorilor, cumulînd un total remarcabil de 372, a continuat pe întreg parcursul vieții îndelungate a lui Leeuwenhoek (a murit în 1723 la vîrsta de 91 de ani) și astfel s-a constituit o corespondență lungă de 50 de ani, fiind una din cele mai neobișnuite din istoria științei.

Scrise într-un stil simplu și fără pretenții, scrisorile începeau de multe ori cu unele referiri la viața din Delft, sau la obiceiurile sale personale, cîinii lui preferați, ori la mersul general al afacerii sale, după care autorul trecea la descrierea uluitoarei varietăți a observațiilor microscopice. Adeseori în scrisoare erau incluse trei-patru seturi de observații fără legătură între ele – nu așa se procedează de regulă –, iar secretarul societății alcătuia cu răbdare extrase organizate în stilul tradițional, pentru uzul membrilor societății. Dacă aspectele personale ale corespondenței sale erau scrise într-un stil liber și plăcut, rapoartele privind sutele de observații erau făcute cu exactitate și atenție meticuloasă.

Antony van Leeuwenhoek îşi făcea de regulă observaţiile ţinînd microscopul în lumină.

Iar cele relatate în acele rapoarte l-au transformat rapid în ochii contemporanilor, el ajungînd să fie considerat cel mai celebru şi cel mai respectat specialist în microscopie din lume.

Mai mult decît oricare alt cercetător individual din secolul al XVII-lea, Leeuwenhoek a pătruns în universul obiectelor extrem de mici. La fel cum, la începutul secolului, Galilei se folosise de telescop ca să extindă cunoaşterea umană asupra spaţiului cosmic, Leeuwenhoek, îndreptîndu-şi microscopul spre resturile de mîncare culese din propria dantură şi spre picături de apă, a dezvăluit o altă dimensiune de neînchipuit. La fel ca şi Galilei, el a văzut ceea ce nici o altă fiinţă omenească nu mai văzuse pînă atunci şi prin asta a modificat pentru totdeauna înţelegerea naturii de către oameni.

Deşi lui i se datorează multe descoperiri în călătoriile pe care le-a efectuat în lumea microscopică, inclusiv faptul că a confirmat descoperirea făcută de Malpighi legată de capilare şi descoperirea spermatozoidului în fluidul seminal, descoperirea care i-a uluit cel mai mult pe contemporanii săi a fost cea a „animalculelor vii" Studiind prin intermediul lentilei sale o picătură de apă, el a avut o mare surpriză: acolo se găseau nişte „prăpădite de animăluţe" „Ele se opresc, rămîn nemişcate, ca şi cum ar fi ţintuite într-un punct", scria el, „apoi încep să se rotească prinzînd o viteză asemănătoare celei cu care vedem rotindu-se o sfîrlează, circumferinţa parcursă nefiind mai mare decît cea a unui grăunte de nisip fin." Chiar şi mai uluitor, într-o scrisoare datată 9 octombrie 1676, el scria că

> *alte animale mici, care se mişcau printre cele sus-pomenite, erau incredibil de mici; le vedeam atît de mici, încît mi-am spus că şi dacă 100 de astfel de animale foarte mărunte ar fi aşezate unul lîngă altul, tot n-ar putea acoperi lungimea unui grăunte de nisip obişnuit, iar dacă asta ar fi adevărat, atunci zece sute de mii din aceste vietăţi abia ar putea umple volumul unui grăunte de nisip. Am mai descoperit şi al cincilea fel de vietăţi, care aveau cam grosimea acestora din urmă, dar erau aproape de două ori mai lungi.*

Iar într-o altă scrisoare, din 1683, Leeuwenhoek scria:

> *Dimineaţa am obiceiul să-mi frec dinţii cu sare după care îmi clătesc gura cu apă; şi adesea,*

după ce mănînc, să-mi curăț măselele cu o scobitoare, după care-mi frec temeinic dinții cu o cîrpă... Cu toate acestea, dinții mei nu sînt atît de curați... ci între unii dintre dinții din față și între măsele se lipește sau crește... o materie albă, la fel de vîscoasă ca aluatul... Am observat aproape întotdeauna, cu mare uimire, că în pomenita materie se găsesc numeroase animalcule vii foarte mici, care se mișcă întruna.

Lumea părea să cuprindă mult mai multe forme de viață decît își imaginase cineva vreodată! Vietăți există în picăturile de apă, iar particule minuscule se strecoară între dinții oamenilor!

Leeuwenhoek a observat un nou și fantastic micro-univers de protozoare și bacterii. Și mare parte din cele descoperite de el nu vor fi complet înțelese decît mulți ani mai tîrziu, cînd metoda meticuloasă și curiozitatea nesfîrșită a acestui modest negustor de textile olandez se vor constitui într-un fundament pe care vor păși alții și îi vor aduce vieții acestuia mai multă celebritate decît a visat vreodată.

În 1680 Leeuwenhoek a fost ales membru al Societății Regale, cea mai prestigioasă societate științifică din lume la acea dată. A fost un salt ameților pentru negustorul autodidact, și cu toate că a fost aproape copleșit de această onoare, n-a fost prea încîntat de șirul nesfîrșit de vizitatori pe care l-a adus evenimentul la Delft. La un moment dat și-a notat că a primit 26 de musafiri în patru zile. Într-o zi a fost chiar vizitat de țarul Petru cel Mare al Rusiei, care a ajuns acolo navigînd în susul canalului, pe un „iaht de canal" special.

Leeuwenhoek a cărat îndatoritor o parte din instrumentele şi specimenele sale pe ambarcaţiune, dat fiind că musafirul regal nu voia să atragă în oraş mulţimile de admiratori.

Dar popularitatea cîştigată astfel nu i-a dereglat ritmul de lucru. În 1716, cînd Leeuwenhoek avea 84 de ani, Universitatea din Louvain i-a conferit o medalie şi un poem elogios scris în latină, ceea ce astăzi echivalează cu un grad onorific. Pentru că nu ştia să citească în latină, poemul i-a fost citit, aducîndu-i „lacrimi în ochi", cum avea să scrie mai tîrziu într-o scrisoare adresată Societăţii Regale.

A rămas activ pînă la data morţii sale, în 1723, iar ultima sa scrisoare către societate, pusă la poştă de către fiica sa, lăsa societăţii prin testament un dulap conţinînd 26 din cele mai fine şi mai îndrăgite microscoape din argint.

Împreună, Malpighi, Grew, Swammerdam, Hooke şi respectabilul Leeuwenhoek au adus nu doar o dimensiune nouă investigaţiilor în domeniul ştiinţelor naturale, ci şi o nouă metodă obiectivă aplicată respectivelor investigaţii. Chiar dacă despre nici unul nu se poate afirma că nu ar fi aderat la o filozofie anume, în cea mai mare parte fiecare din ei s-a uitat în microscop pentru a descoperi şi a consemna ceea ce vedea, şi nu pentru a demonstra sau pentru a contesta vreo teorie antică sau nouă. Cu cîteva excepţii, cei mai mulţi dintre cercetătorii microscopişti ai secolului al XVII-lea, „cei cinci mari" consacraţi, precum şi alţii, mai puţin faimoşi, au căutat nu să creeze idei la care alţii să adere, ci să urmărească în schimb adevărurile care ar putea fi descoperite prin intermediul instrumentelor lor. Nu au fost nişte mari gînditori, dar fiecare şi-a adus contribuţia la tezaurul de cunoştinţe pe care alţii, cu viziuni mai măreţe sau mai profunde, le vor folosi pentru a clădi şi a testa teorii. Mulţumită acestor

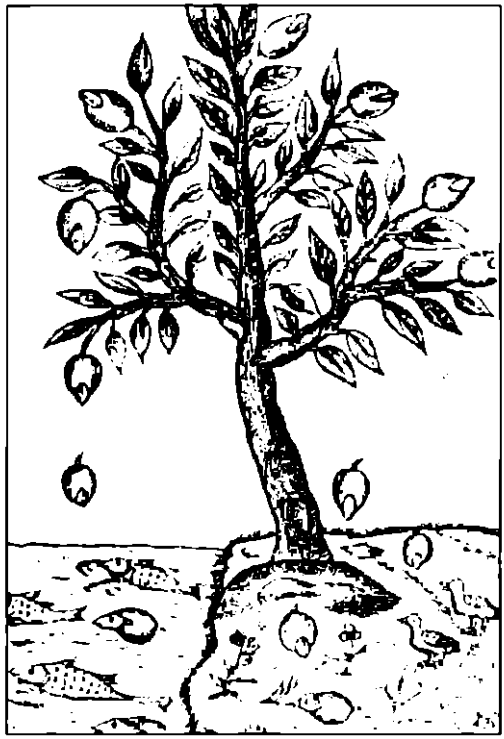
pasionați ai microscopiei, știința a căpătat un nou și util instrument, unul care și astăzi, atît în formele sale simple și fundamentale, cît și în variantele cele mai sofisticate, continuă să adune fapte și să deschidă noi și interesante perspective asupra naturii.

CAPITOLUL 10

SĂ ÎNȚELEGEM DIVERSITATEA VIEȚII

Comentatorii din presa scrisă şi audiovizuală de azi ne spun că trăim o epocă a exploziei informatice. Datorită eficienței şi vitezei aplicațiilor tehnologiilor moderne cum ar fi computerele, sateliții de televiziune şi noile metode de tipărit, zilnic pătrund în casele noastre noi descoperiri, idei, fapte şi teorii. Este din ce în ce mai greu să ținem pasul cu toate acestea, dar şi mai greu e să înțelegem ce înseamnă ele. În secolul al XVII-lea, omenirea era martora unei explozii la fel de puternice de informații noi. Marele val al explorărilor de după Columb a adus europenilor noi cunoştințe despre o multitudine de ținuturi exotice, animale, plante şi oameni noi. Renaşterea a deschis noi posibilități de exprimare artistică şi intelectuală. Revoluția ştiințifică a zdruncinat tradiționalele concepții asupra naturii şi oamenilor, înlocuindu-le cu noi fapte şi teorii care puteau fi verificate.

Au fost vremuri de dramatice schimbări pentru toată lumea, inclusiv pentru cei din domeniile botanicii şi zoologiei care erau preocupați de urmărirea şi descrierea tuturor noilor descoperiri din cadrul regnului vegetal şi a celui animal.



Dintr-un manual de botanică alcătuit de Duret (editat în 1605), unde este ilustrată convingerea că peştele se dezvoltă din fructele care cad din copaci în apă iar păsările din fructele care cad pe pământ

Colectarea şi descrierea minunilor naturii a fost o tradiţie care datează încă de pe vremea grecilor antici. Astfel de colecţii, numite ierbare şi bestiare de către învăţaţii perioadei medievale, aveau scopul nu doar de a-i informa pe cei avizaţi asupra marii diversităţi a creaţiilor lui Dumnezeu, ci şi de a instrui asupra foloaselor aduse de aceste minuni ale naturii, asupra curiozităţilor legate de ele sau asupra capacităţilor lor educative.

Totuşi, pentru secolul al XVII-lea, simpla adunare laolaltă a unor descrieri şi ilustraţii de plante şi animale nu era suficientă. E ca şi cum ai lua cîteva sute de cartoane de base-ball şi le-ai arunca la întîmplare într-un coş mare. Era nevoie de o metodă de organizare a întregii cunoaşteri adunate, de găsirea unor sisteme utile de clasificare a obiectelor din colecţie.

În cazul cartoanelor de base-ball poţi încerca să grupezi jucătorii în funcţie de echipele în care au jucat, toţi foştii şi actualii jucători de la New York Yankees într-un teanc şi pe cei de la Chicago Cubs în altul. Sau ai putea grupa la un loc jucătorii după postul ocupat în echipă, ori după anii în care au jucat, sau după media scorurilor realizate etc. Sau, desigur, poţi combina criteriile, realizînd astfel clasificări mult mai stricte – să zicem, un grup cu toţi jucătorii de la New York Yankees, care au realizat peste 300 de puncte între anii 1940 şi 1960.

Dar să te apuci să organizezi uluitoarea diversitate a plantelor şi animalelor nu e o sarcină aşa de uşoară la urma urmei. Imaginaţi-vă că aţi crea un set de „cartoane despre natură", de la zero. Luaţi un creion şi un caiet şi mergeţi undeva în pădure, iar acolo începeţi să desenaţi diferitele plante şi animale pe care le vedeţi şi aşterneţi pe hîrtie descrieri ale acelor plante şi animale alături de desenele realizate. După vreo două luni de muncă şi mai multe caiete completate, aveţi un coş mare plin cu informaţiile culese. Trebuie să le ordonaţi într-un fel. De unde începeţi? Probabil că vă va fi uşor ca mai întîi să separaţi plantele de animale (deşi unele relatări greu de crezut vorbesc despre dificultăţile în care s-au aflat grecii şi învăţaţii medievali în legătură cu acest aspect), dar cum altfel să începi să-ţi sortezi şi să-ţi

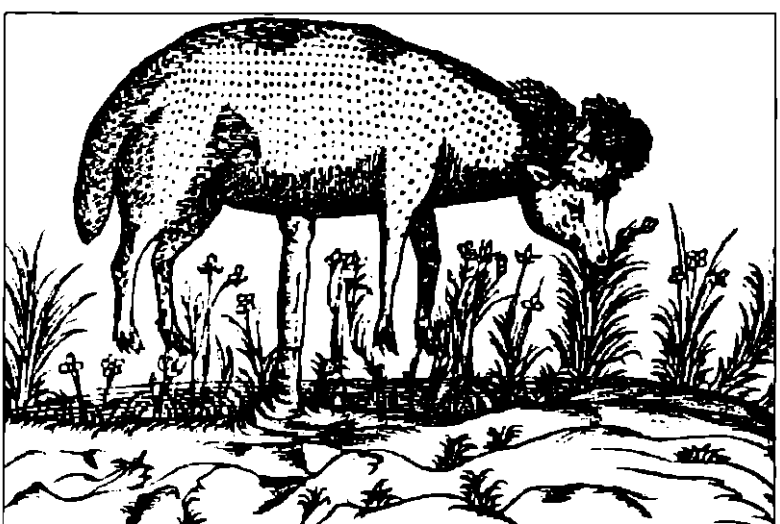
cataloghezi colecția? De obicei cauți anumite similitudini, caracteristici comune. Ai putea începe prin a grupa laolaltă unele plante care arată la fel, cele pe care le poți mînca și cele pe care nu le poți mînca, sau să separi animalele mari de cele mici, vietățile de uscat de cele acvatice, creaturile care zboară de cele care nu zboară. Evident că există numeroase modalități în care se pot alcătui grupările, unele mai eficace decît altele.

Pentru că era un filozof care a trăit într-o perioadă de mare avînt al procesului de cunoaștere, Aristotel și-a asumat o misiune și mai dificilă. El a decis să încerce să adune o colecție de informații despre toate ființele vii – nu doar despre plante și animale, ci și despre oameni, rîme și toate celelalte creaturi, și apoi să aranjeze această informație într-un sistem de diferite grupări. Aceste grupări au format începuturile ideii care mai tîrziu avea să fie denumită „marele lanț al vieții" De fapt, Aristotel avea în minte mai degrabă o „scară" a naturii. El credea că tot ce există pe Pămînt poate fi aranjat pe un soi de scară avînd materia neînsuflețită la partea de jos, urmată de plante, crustacee, vietăți care se înmulțesc prin ouă (reptile, păsări, pești, animale amfibii), mamifere și, în fine, oamenii în partea cea mai de sus. El a mai încercat, nu întotdeauna cu succes, să detalieze fiecare din aceste „trepte" ale scării sale în alte categorii. De exemplu, el a divizat regnul animal în grupuri care au sînge roșu și altele care nu au. De asemenea, a dezvoltat o teorie a celor trei „suflete", care va influența mult gîndirea în epoca medievală. Numai făpturile vii au suflete, susținea el. Pentru plante, deoarece cresc și se reproduc, el a postulat un „suflet vegetativ", în vreme ce pentru animalele care se pot mișca și pot simți, să adauge un „suflet animal", pentru ca la oamenii

care pot în plus să gîndească, a adăugat un „suflet rațional" Aceste suflete erau văzute de Aristotel ca fiind un fel de principiu misterios al vieții, care distingea animalele de obiectele neînsuflețite.

Călcînd pe urmele lui Aristotel, deşi într-un fel ceva mai puțin ambițios, botanistul grec Teofrast (cca 372–287 î.Hr.), care a moştenit biblioteca lui Aristotel şi a condus Lyceum-ul după retragerea lui Aristotel, a continuat studiile acestuia legate de plante şi a descris peste 500 de specii.

Mai importantă totuşi a fost opera medicului grec Dioscoride (care a trăit în jurul anului 50). Sursele botanicii medievale, ierbarele, pot fi căutate mult înapoi, încă de pe vremea acestui gînditor grec. Deşi o serie de diverse lucrări



Încercările de clasificare a plantelor şi animalelor au fost pentru mult timp zădărnicite de mituri precum cel al mielului din Tartar, ilustrat aici, despre care oamenii credeau că ar creşte pe un lujer de plantă.

îi mai sînt atribuite, singurul manuscris despre care putem fi siguri cu adevărat că îi aparține este cel menționat de obicei sub denumirea sa latină *De materia medica*. Medic militar care a studiat plantele în principal pentru utilizările lor medicale, Dioscoride a fost un observator atent și exact. Menționînd circa 500 de plante, Dioscoride a dat pentru fiecare o descriere și locul de origine, plus metoda de preparare a unor medicamente din planta respectivă precum și utilizările medicinale. Deși se crede că unele dintre primele versiuni ale lucrării cuprind și un sistem ceva mai riguros de aranjare, cea care a rezistat de-a lungul secolelor, după moartea sa, conține o simplă aranjare alfabetică în funcție de denumirea plantei. Este un aranjament simplu pe care-l vor aplica mai tîrziu numeroase ierbare și bestiare. Ca și Galen, Dioscoride a vrut ca rezultatele muncii sale să le inducă celorlalți impulsul de a-i călca pe urme și nu pur și simplu de a-l copia. Ca și Galen, Dioscoride a devenit pentru învățații medievali autoritatea supremă care trebuia respectată cu slugărnicie și cu devotament total, fără rezerve. Cărțile sale erau legea care trebuia citită, studiată și predată altora. Din nefericire, unele dintre cărțile despre care se credea că au fost ale lui nu i-au aparținut, în vreme ce altele, care s-ar putea să fi fost autentice, erau niște copii nereușite, ca să ne exprimăm blînd. Mai bine de o mie de ani de copiere manuală au făcut mult rău operei originale a lui Dioscoride. Transmisă de la un copist la altul, cartea a început prin a fi alterată de apariția unor erori mărunte, care s-au amplificat devenind erori majore. Uneori, luîndu-și libertăți artistice, cei care le copiau modificau deliberat și fără să stea pe gînduri originalul – frunze suplimentare puteau fi adăugate la o plantă pentru un mai bun echilibru estetic pe pagină, flori neatră-

gătoare puteau fi făcute să arate mai frumos, rădăcinile mai firave puteau fi făcute mai solide. Totul devenea de-a dreptul ridicol atunci cînd cel care copia, din plictiseală sau din „inspirație", adăuga înfloriturî simbolice mai complicate. O plantă numită narcisă era împodobită cu nişte omuleți care se tîrau pe frunzele ei, în copaci puteau fi văzute crescînd gîşte, iar mieii erau înfățişați ca şi cum ar creşte din plante.

Bestiarul a avut şi el partea lui de probleme la trecerea prin secole. Se crede că cea mai populară versiune a acestei minunate modalități de a reuni toate felurile de animale şi-a avut originea în Alexandria cam în jurul anului 200 d.Hr. Şi, pe lîngă faptul că de-a lungul anilor s-au făcut multe copii şi imitații, originalul însuşi a fost o compilație a mai multor lucrări. Sursa principală de inspirație pentru acest bestiar au fost relatările orale culese din tradițiile elenică, egipteană şi asiatică, precum şi o parte din lucrările lui Aristotel şi ale vestitului învățat roman, Pliniu cel Bătrîn (23–79 d.Hr.). Pliniu, care a murit observînd erupția vulcanului Vezuviu, cea care a distrus oraşul Pompei, a fost un compilator enciclopedic a cărui lucrare principală, *Istoria naturală,* a încercat să sintetizeze întreaga cunoaştere despre lume în 37 de volume. În esență un rezumat realizat pe baza a peste 2000 de cărți antice şi aparținînd unui număr de aproape 500 de scriitori, această carte este un amestec de informații concrete şi credibile, de judecăți sănătoase şi de fantezii bizare şi naive. Fără să exceleze prin spiritul său critic, Pliniu pare să fi luat de bun cam tot ce a citit şi a auzit. În *Istoria naturală* se pot întîlni creaturi fabuloase precum oameni cu capete de cîine, țestoase cu carapace uriaşe numai bune de folosit ca acoperişuri pentru case, unicorni, sirene, cai zburători şi multe alte arătări incredibile şi absurde, toate prezentate cu seninătate ca fiind adevărate. Alături de aceste absurdități, el a mai inclus

şi un mare număr de informaţii veridice despre animale mai puţin fantastice, despre astronomie, ecologie, arta culinară, pictura greacă, minerit şi cam tot ce l-a mai putut interesa.

Pînă în Evul Mediu, Bestiarul şi numeroasele sale copii şi cărţi inspirate de acesta deveniseră cunoscute ca nişte cărţi ilustrate despre animalele fantastice. Influenţa lor s-a prelungit pe perioada Renaşterii şi chiar pînă în ultima parte a secolului al XVII-lea. Aceasta s-a datorat parţial faptului că, în numeroase privinţe, aceste cărţi au devenit vehicule perfecte pentru preceptele morale creştine. Creaturile lor fabuloase puteau fi făcute să se potrivească practic oricărui scop. Mitica pasăre phoenix, de exemplu, „îşi dă foc singură, de bună voie, pînă cînd arde în întregime. Apoi, în adevăr, în a noua zi după aceea, ea renaşte din propria cenuşă! Aşadar Dumnezeul nostru Iisus Hristos ilustrează natura însăşi a acestei păsări..." Leul-furnică, o încrucişare între leu şi furnică, era hărăzit să piară de foame, deoarece caracteristicile sale de furnică nu îi îngăduiau să mănînce carne, în vreme ce acelea de leu nu-i permiteau să mănînce plante – în acelaşi fel, preciza mai departe Bestiarul, în care erau meniţi eşecului cei ce încercau să-i slujească deopotrivă pe Dumnezeu şi pe diavol. Uneori morala era mai lungă de două-trei ori decît descrierea propriu-zisă a animalului. Mergînd pe acelaşi principiu călăuzitor, multe alte „istorii naturale", cum ar fi *Cauze şi tratamente* de Sfînta Hildegard Călugăriţa (1098–1179), au devenit instrumente de învăţare a moralei. În cartea ei, Sfînta Hildegard s-a folosit de Cartea Genezei ca ghid pentru organizarea plantelor şi animalelor.

Avînd o atît de prodigioasă încărcătură de fantastic, mitologic şi morală, nu e de mirare că fiecare nouă copie a acestor bestiare se depărta tot mai mult de realitate. În

consecință, ele și-au pierdut mare parte din utilitatea pe care ar fi putut s-o aibă pentru înțelegerea științifică a istoriei naturale.

Au fost și unele excepții. Pe la mijlocul secolului al XIII-lea, strălucitul împărat german Frederick al II-lea (1194–1250), o persoană deosebit de individualistă, a publicat o excelentă lucrare despre creșterea și dresajul șoimilor intitulată *Arta vînătorii cu păsări*. Renunțînd la ghiveciul uzual de ficțiune și realitate, Frederick, prea puțin tolerant față de superstiții și pedanteria scolastică, s-a limitat la propriile sale observații pătrunzătoare. A rezultat un studiu splendid, disciplinat și precis pentru sute de specii diferite de păsări, fiecare cu ilustrații și descrieri fidele ale comportamentului, anatomiei și fiziologiei lor.

Frederick al II-lea era cu mult înaintea vremurilor sale, iar metoda de a folosi observații directe și atente nu a fost asimilată prea curînd. Scolasticul Albertus Magnus (1183–cca 1280) și-a publicat lucrarea *De animalibus* („Despre animale") în jurul anului 1250, dar aceasta n-a fost decît o ambițioasă transpunere a unor informații mai vechi, pe alocuri sceptică, dar în cea mai mare parte perpetuînd deprinderea de a include animale mitice și elemente folclorice preluate de la Aristotel, Pliniu și alții.

În timpul Renașterii s-au realizat unele progrese în botanica descriptivă, mai cu seamă în operele lui Otto Brunfels (1489–1534), Jerome Boch (1498–1554) și Leonhard Fuchs (1501–1566), care împreună sînt numiți uneori „părinții germani ai botanicii" Fiecare a contribuit cu colecții care nu numai că erau mai bune și mai autentic ilustrate decît ierbarele existente, dar au adăugat și multe plante noi și specifice locurilor lor natale. Mai mult decît atît, opera lor, devenind populară, a ajutat la apariția și răspîndirea mișcării

de revenire la natură, care începea să privească prin alți ochi, nemijlocit, plantele și animalele. Toți trei au rămas, totuși, sub influența lui Dioscoride. Fuchs, a cărui *Istorie naturală* este cea mai cunoscută, și-a bazat textul în mod mai mult sau mai puțin direct pe ideile lui Dioscoride și a aranjat plantele în ordine alfabetică. Totuși este de remarcat faptul că autorul a încercat cu adevărat să-și exercite talentul în conceperea unei terminologii botanice.

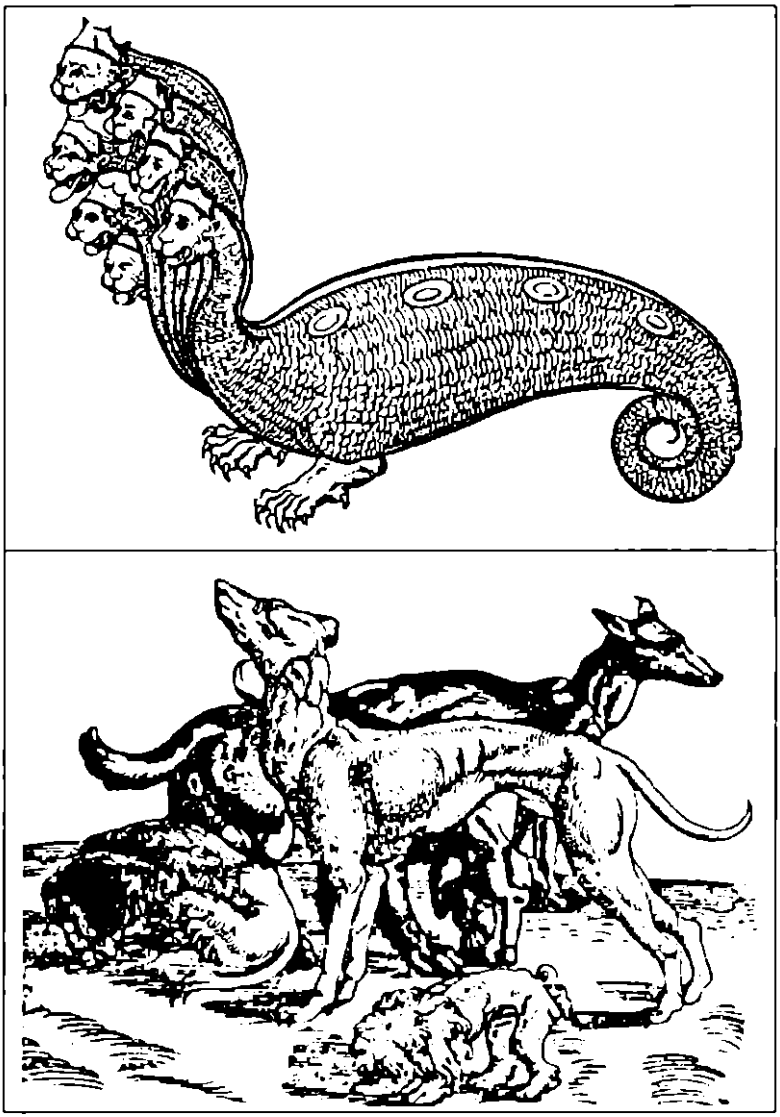
KONRAD GESNER, ISTORIC AL NATURII

Cea mai influentă dintre noile „istorii ale naturii" a fost lucrarea lui Konrad Gesner *Historia Animalium* („Istoria animalelor") începută în 1551. Gesner (1516–1565) a fost un naturalist elvețian al cărui interes științific se întindea pe o arie de dimensiuni enciclopedice și care a dovedit o rezervă de energie uimitoare. Lucrarea sa *Historia Animalium* era o enciclopedie gigantică în cinci volume, totalizînd peste 4000 de pagini. Enciclopedist prolific, el a mai scris și o „Bibliotecă universală", o listă bibliografică foarte cuprinzătoare a tuturor cărților cunoscute scrise în greacă, ebraică și latină, conținînd și rezumate ale conținuturilor acestora. Prea ocupat pentru a putea face el însuși observațiile asupra animalelor, el s-a folosit de materialele trimise de un mare număr de corespondenți pentru a compune *Historia Animalium*. Gesner nu a făcut nici o tentativă de clasificare și, la fel ca ceilalți, a folosit pur și simplu ordinea alfabetică drept criteriu de clasificare, „în scopul de a înlesni folosirea acestei cărți". Ca și bestiarele mai vechi, lucrarea lui Gesner includea partea ei de creaturi bizare, printre care și o pasăre a paradisului care își depunea ouăle într-o scobitură de pe spatele masculului, fiindcă zbura la înălțimi atît de mari încît nu avea loc de cuibărit, precum și vasiliscul, reptila-monstru apărută din oul unui cocoș clocit

de un şarpe. Spre meritul său, Gesner a făcut distincţia în comentariul său între aceste creaturi fanteziste şi cele mai apropiate de realitate, acceptînd să includă atît credibilul, cît şi incredibilul de dragul unei expuneri complete. Gesner a descris obiceiurile şi comportamentul fiecărui animal, mijloacele de capturare a acestora şi felul cum poate servi ca hrană sau ca medicament. Lucrarea lui Gesner a fost extrem de populară, eclipsînd de departe toate lucrările precedente în ochii studenţilor serioşi vreme de mai bine de 100 de ani.

FOSILELE

Fosilele, obiecte pietrificate cu aspect de plante, oase de animale, cochilii şi dinţi, au fost cunoscute şi discutate încă de pe vremea lui Aristotel. În timpul Renaşterii, învăţaţi precum Konrad Gesner le-au colectat şi le-au expus în muzee. O controversă aprinsă s-a iscat în secolele al XVI-lea şi al XVII-lea cu privire la natura şi originea lor. Unii naturalişti, ca Bernard Pallisy (1510–1590), Nicolaus Steno (1638–1686) şi Robert Hooke (1635–1703) au susţinut că acestea ar fi resturi pietrificate de animale şi plante care s-au infiltrat în stînci cu prilejul inundaţiilor, poate chiar în timpul potopului biblic al lui Noe. Alţii, totuşi, nu s-au împăcat cu existenţa unui număr atît de mare de fosile ale unor specii care nu mai existau. Ele păreau să pună la îndoială credinţa religioasă păstrată de creştini conform căreia Dumnezeu este un Creator perfect şi n-ar fi îngăduit vreunei specii să dispară. Acest din urmă grup a ajuns la o varietate de concluzii. Unii credeau că fosilele ar fi produse naturale directe, de sine stătătoare, care s-au format asemenea cristalelor. Alţii considerau că acestea ar fi fost formele ideale ale lui Platon, care pluteau



În Historia Animalium liber *Gesner a inclus atît creaturi fanteziste cît şi reprezentări precis desenate, bazate pe observaţii atente*

liber şi pur şi simplu la un moment dat s-au integrat în roci. În fine ultimii, deşi puţini dintre ei se puteau numi gînditori veritabili, susţineau că acestea ar fi teste ale lui Dumnezeu, plasate în stînci pentru a pune la încercare credinţa oamenilor confruntaţi cu această enigmă.

Spre sfîrşitul secolului al XVII-lea, a început să cîştige teren ideea că fosilele sînt resturi organice. Progresele făcute în domeniul geologiei în secolul al XVIII-lea aveau să-i convingă în cele din urmă pe cei mai rezonabili dintre gînditori de valabilitatea acestui argument.

Spre sfîrşitul secolului al XVII-lea, totuşi, oamenii au început din nou să se întrebe dacă nu cumva ar exista vreo modalitate de organizare a noilor informaţii adunate despre plante şi animale. Din cauza numărului extrem de mare de descoperiri de pe tot mapamondul, situaţia devenise haotică. Aristotel descrisese în jur de 500 de specii de animale. La începutul secolului al XVII-lea erau cunoscute doar în jur de 6 000 de specii de plante. Spre sfîrşitul secolului al XVII-lea numărul plantelor cunoscute crescuse la aproape 12 000. Cei care studiau regnul animal aveau probleme similare. Astăzi ştim că pe Pămînt trăiesc între 1 000 000 şi 20 000 000 (estimările diferă) de specii. Prea multă informaţie se aduna într-un ritm prea rapid pentru ca cineva să poată studia şi înţelege totul. Cataloagele alfabetice nu constituiau o soluţie. Mai întîi de toate, locul exact unde putea fi găsit un animal sau o plantă în respectivul catalog depindea de limba în care fusese scris. Naturaliştii aveau nevoie de o modalitate mai bună de desemnare a plantelor şi animalelor care să treacă peste barierele lingvistice. Ei mai aveau nevoie de o înţelegere

mai limpede a realității la care se referea termenul de „gen" de animal sau plantă. Erau acestea categorii sau entități de bază în natură? Descoperirile surprinzătoare din lumea fizicii secolului al XVII-lea demonstraseră că legile naturale acționează în sensul creării unei ordini în universul fizic. N-ar trebui să existe niște legi sau reguli similare care, o dată descoperite, ar putea ajuta la crearea unei ordini în lumea tot mai complexă a plantelor și animalelor?

Deși soluția la această problemă va trebui să aștepte, un important pas înainte a fost făcut spre sfîrșitul secolului al XVII-lea prin lucrarea naturalistului englez John Ray.

JOHN RAY ȘI CONCEPTUL DE SPECIE

Născut la Black Notley, Essex, Anglia, la 29 noiembrie 1628, Ray a fost fiul unui fierar rural. Om cu profunde convingeri religioase, și-a desăvîrșit educația la Cambridge unde și-a luat masteratul în 1651. De la bun început a fost un observator subtil al plantelor și animalelor, precum și un adept convins al anticei scări a naturii de sorginte aristoteliană, în care fiecare ființă de pe pămînt își avea locul ei neschimbat într-o ierarhie fixă, care cuprindea toate vietățile, de la formele inferioare la cele superioare. Observațiile pe care le-a făcut pe teritoriul Angliei și în întreaga Europă l-au convins totuși că atît plantele, cît și animalele pot fi sistematizate cu aproximație și grupate în unități fundamentale care ar permite o mai bună înțelegere a naturii lor și a relațiilor dintre ele.

FRANCESCO REDI ŞI GENERAŢIA SPONTANĂ

Chiar şi spre mijlocul secolului al XVII-lea mulţi oameni mai credeau că muştele şi alte insecte se nasc spontan din urină, gunoi sau alte materii aflate în putrefacţie. Unii credeau că animale mari precum şobolanii iau naştere spontan din grămezile de gunoi, şi că broaştele, crabii şi salamandrele răsar direct din nămol. Medicul şi alchimistul Jan Baptista van Helmont a oferit chiar o reţetă pentru şoarecii de casă, care folosea ca ingrediente tărîţe şi cîrpe vechi înfundate într-o sticlă şi lăsate într-un dulap întunecos. Primul care a abordat problema ştiinţific a fost medicul italian Francesco Redi.

Unul dintre cei mai puţin cunoscuţi experimentatori din secolul al XVII-lea, Redi (1626–1698) părea prototipul întruchipat al omului Renaşterii. Un erudit în ale literaturii, lingvist, poet şi om de ştiinţă, acesta era o figură remarcabilă a Pisei şi a devenit medic personal al celor doi mari duci de Toscana, Ferdinand al II-lea şi Cosimo al III-lea. Cea mai celebră realizare a lui Redi în ştiinţă a constituit-o seria sa de experimente simple şi atent planificate care au pus şi mai mult la îndoială ideea populară de generaţie spontană.

Într-unul din experimente, tipic pentru numeroasele pe care le-a desfăşurat, Redi a sigilat un şarpe mort, peşte şi bucăţi de carne de vitel în borcane mari, punînd probe similare în borcane deschise, de probă. Materia din borcanele sigilate nu a produs viermi, în vreme ce materia din borcanele deschise a produs. A repetat experimentele, acoperind jumătate din borcane cu capace de tifon, în loc să le etanşeze,

lăsînd astfel aerul să pătrundă dar nu şi muştele. Nici de data asta, în borcanele acoperite cu tifon nu au apărut viermi.

„În concluzie, carnea animalelor moarte nu poate genera viermi decît dacă pe ea îşi depun ouăle anumite vietăţi", scria Redi. Aceasta nu contrazicea complet ideea generaţiei spontane. Cei care doreau să creadă în continuare în ea nu aveau decît, dar a fost o lovitură puternică.

Membru al Academiei Experimentale Italiene, Redi a fost un susţinător înfocat al noii metode ştiinţifice, argumentînd că „toate eforturile trebuie concentrate asupra experimentelor, asupra creării unor standarde de măsurare şi a unor metode exacte de cercetare."

Ray a avut inspiraţia de a încerca să definească conceptul de „specie" Specia este o populaţie de organisme ai cărei membri sînt capabili să se reproducă între ei şi să producă progenituri fertile. În 1686 el a explicat:

> *După cercetări îndelungate şi considerabile, nu mi-a apărut nici un criteriu mai sigur pentru determinarea speciilor decît trăsăturile distinctive care se perpetuează prin propagare din sămînţă. Astfel, indiferent ce variaţii apar la indivizii unei specii, dacă răsar din sămînţa uneia şi aceleiaşi plante, acestea sînt variaţii accidentale şi nu sînt în măsură să distingă o specie.*

Aceeaşi regulă se aplică şi la animale. O vacă şi un taur trebuie consideraţi membri ai aceleiaşi specii deoarece puiul

rezultat în urma împreunării lor seamănă cu ei. Variații nesemnificative cum ar fi culoarea florilor plantelor sau dimensiunea puiului de animal, ori obiceiurile unui animal, nu mai pot fi văzute ca determinante pentru delimitarea unei specii. Ray a mai dat o lovitură importantă monștrilor și creaturilor bizare care populau bestiarele de secole cu aserțiunea că „formele care diferă prin specie își păstrează întotdeauna specificitatea, iar o specie nu crește din sămînța altei specii" Și cu toate că și-a păstrat credința aristoteliană în fixitatea fermă a speciilor, el a înțeles că sînt posibile unele variații prin intermediul mutațiilor. Nu a fost o soluție completă la problema clasificării, dar a fost un prim pas important spre dezlegarea unei probleme foarte încurcate.

Cele mai importante cărți ale lui Ray, de altfel un scriitor prolific, au fost *Historia plantarum generalis* („O prezentare generală asupra plantelor"), o lucrare în trei volume scrisă între anii 1686 și 1704, și *Synopsis methodica animalium quadrupedum* („Sinopsis asupra animalelor patrupede"), publicată în 1693. Atît în lucrările amintite aici, cît și în alte cîteva, el a încercat să stabilească unele metode sistematice noi de analiză a lumii animalelor și plantelor pe baza similitudinilor anatomice – de exemplu, distincția între animalele care au inima din două compartimente față de cele cu inima din patru compartimente și clasificarea „patrupedelor păroase" în grupurile „cu copite" și „cu gheare"

Ray n-a ajuns niciodată să stabilească un sistem complet și acceptabil de clasificare pentru plante și animale înainte de a muri la Black Notley pe 17 ianuarie 1705. Deși conceptul de specie le-a oferit un element ajutător important celor care au venit după el, multe dintre ideile sale au fost depășite de opera strălucitului botanist suedez din secolul al

XVIII-lea, Carolus Linnaeus (1707–1778). Născut la doi ani după moartea lui Ray, Linnaeus va dezvolta primul sistem modern de clasificare şi va deveni fondatorul taxonomiei moderne. Mai important este faptul că opera lui Linnaeus va deschide calea pentru începerea unor cercetări noi şi mai profunde asupra regnurilor vieţuitoarelor Pământului, ca şi asupra originii şi relaţiilor dintre toate formele de viaţă.

EPILOG

Lumea s-a schimbat dramatic spre sfîrşitul secolului al XVII-lea. Renaşterea şi revoluţia ştiinţifică au explorat noi teritorii pentru înţelegerea de sine a omenirii şi a lumii naturii. Orizonturile geografice şi intelectuale ale omenirii s-au lărgit de la limitele strîmte ale antichităţii şi Evului Mediu ajungînd astfel în pragul iluminismului şi revoluţiei industriale – marile mişcări ale secolului al XVIII-lea care vor deschide uşile către lumea modernă.

„Dacă am văzut mai departe, e pentru că m-am ridicat pe umerii unor giganţi", a spus Isaac Newton. Din vremurile grecilor antici pînă spre sfîrşitul secolului al XVII-lea, lumea a cunoscut giganţi precum Aristotel, Platon, Copernic, Leonardo, Kepler, Tycho, Galilei, Vesalius, Harvey, încă vreo zece alţii şi Newton însuşi. Ei au oferit lumii modalităţi noi de a înţelege natura şi au descătuşat-o din vechile automatisme de gîndire. Susţinerea unor adevăruri nu avea să mai fie lăsată în seama unei autorităţi nefundamentate. Observaţia va călăuzi mintea. Natura nu va mai fi considerată ca fiind manipulată de capriciile unor zei, ci va putea fi înţeleasă ca un sistem de sine stătător, autoregenerator. Se va putea vedea că schimbările din natură respectă legi naturale şi inteligibile. Faptul cel mai deranjant pentru unii, Pămîntul nu mai era centrul universului, iar curînd va veni şi înţelegerea faptului că omenirea nu este scopul existenţei universului.

Într-adevăr, la sfîrșitul secolului al XVII-lea, pentru majoritatea oamenilor de știință, scopul în natură nu mai era un concept științific valabil.

Atitudinea față de știință a acelor vremuri este ilustrată de credința că universul și tot ce există în el poate fi văzut ca o mașină uriașă și că misiunea științei este să folosească noi metode științifice pentru a descoperi mecanismele care fac mașina să funcționeze. A fost o idee care a bulversat comunitățile intelectuale ale lumii occidentale. Nu toată lumea era mulțumită de ea, totuși, și nici nu a fost întotdeauna de ajutor. De exemplu, în multe domenii ale biologiei, abordarea mecanicistă a problemelor a reprezentat adesea o piedică. Multă vreme, adepții mecanicismului rigid în biologie au susținut că temperatura ridicată a sîngelui ar fi provocată de frecarea sîngelui de pereții vaselor prin care se mișcă. Dar această viziune mecanicistă s-a distanțat de atitudinea sterilă a scolasticilor și de viziunile tradiționale legate de cauzele și de explicațiile mistice asupra modului de funcționare a lumii – și a statornicit capacitatea durabilă a metodei științifice de a rezolva multe din problemele și misterele naturii. Prin secolul al XVIII-lea, mulți oameni din afara științei, cum ar fi gînditorii de pe tărîmul social, politicienii și filozofii, au încercat și ei să introducă noile metode științifice în disciplinele care-i preocupau. Deși încercările au avut adesea consecințe spectaculoase, nu întotdeauna au fost încununate de succes. În cele din urmă, era firesc să se producă o reacție, și aceasta s-a produs spre sfîrșitul secolului al XVIII-lea, soldîndu-se cu o revenire a multora la religia tradițională, cu noi forme ale credințelor oculte antice și o nouă mișcare numită romantism, începutul unei noi rupturi sociale între știință și societate care, din multe puncte de vedere, a rămas evidentă și astăzi.

Cu toate acestea, știința și forța metodei științifice (sau a *metodelor*, deoarece puțini savanți de astăzi s-ar pretinde tributarii unei singure metode) au rezistat triumfător. Într-adevăr, pentru mulți știința rămîne cea mai frumoasă și mai profundă dintre aspirațiile omenirii.

În zilele noastre, oamenii de știință continuă să sondeze misterele naturii. Iar misterele naturii continuă să iasă la iveală ca niște casete chinezești. Aceasta este esența naturii și aceasta este natura omenirii.

„Nu știu cum apar eu în ochii celorlalți, dar pentru mine par a fi fost doar un băiețel care se joacă la țărmul mării și își găsește prilej de bucurie în a găsi din cînd în cînd cîte-o pietricică mai netedă sau o cochilie mai frumoasă decît altele, în vreme ce marele ocean al adevărului se întinde nedescoperit înaintea mea", scria Newton.

Și așa cum romancierul, eseistul și poetul Robert Louis Stevenson scria într-un poem pentru copii: „Atîtea-s pe lume, toptane întregi / Că fi-vom ferice, de parc-am fi regi". Într-un asemenea spirit se dezvoltă știința și într-un asemenea spirit va dura multă vreme.

CRONOLOGIE

DIN ANTICHITATE PÎNĂ SPRE SFÎRŞITUL EVULUI MEDIU
2000 î.Hr. – 1428 d.Hr.

2000 î.Hr.	Babilonienii dezvoltă un sistem de calendar, fac observaţii asupra Soarelui, Lunii şi planetelor.
1300 î.Hr.	Fenicienii dezvoltă alfabetele.
1216 î.Hr.	Primele înregistrări meteorologice cunoscute apar în China.
1100 î.Hr.	Dorienii îşi desăvîrşesc cucerirea asupra micenienilor, ocupînd regiunea cunoscută acum ca teritoriul Greciei.
763 î.Hr.	Babilonienii fac prima observaţie consemnată documentar a unei eclipse de Soare.
753 î.Hr.	Anul în care, conform tradiţiei, este fondată Roma.
750–701 î.Hr.	Homer şi Hesiod, primii poeţi cunoscuţi ai culturii elene, îşi scriu operele.
720 î.Hr.	Prima consemnare documentară a unei eclipse solare în China.

c.624–c.546 î.Hr. Thales din Milet (pe teritoriul actual al Turciei) propune apa ca fiind baza tuturor lucrurilor.

c.610–c.545 î.Hr. Anaximandru din Milet, astronom și filozof, face prima tentativă cunoscută de a scrie o istorie a universului, elaborînd un model al Pămîntului bazat pe principii științifice.

c.570–500 î.Hr. Anaximene din Milet, posibil un elev al lui Anaximandru, propune aerul ca substanță fundamentală din care sînt compuse toate lucrurile din univers.

c.560–480 î.Hr. Pitagora și discipolii săi dezvoltă aritmetica și geometria. În aceeași perioadă, chinezii își aduc contribuția la dezvoltarea matematicii, iar indienii elaborează o geometrie.

c.540–475 î.Hr. Heraclit din Efes (Turcia), filozof grec, susține că schimbarea este esența a tot ceea ce există, propunînd focul ca substanță primară.

538 î.Hr. Perșii cuceresc Babilonul.

530 î.Hr.–? Alcmaeon, medic grec pitagorician, primul om despre care se știe că a făcut disecție pe cadavre umane în scopuri științifice.

c. 500 î.Hr. Gînditorii hinduși recunosc atomismul ca bază a materiei; în India este fabricat oțelul.

c. 500–428 î.Hr. Anaxagoras introduce spiritul științific la Atena în perioada lui Pericle; este autorul tratatului științific *Despre natură*.

c. 490 î.Hr. Leucip, filozof grec, introduce pentru prima oară ideea de atom în gîndirea occidentală.

483 î.Hr. Moare reformatorul religios Buddha (Gautama Siddhartha).

479-80 î.Hr. Grecii opresc expansiunea Persiei spre vest.

c.470–399 î.Hr. Socrate, filozof grec al cărui principal discipol este Platon.

c.470–c.371 î.Hr. Democrit, filozof grec, dezvoltă învățăturile lui Leucip despre atomi și corpuri indivizibile.

461 î.Hr. Începe în Grecia epoca lui Pericle, o perioadă în care pacea și prosperitatea economică permit culturii și filozofiei să se dezvolte.

c. 427–347 î.Hr. Platon, filozof și învățat grec care a exercitat o influență uriașă – în special prin conceptele sale despre idealism și perfecțiune matematică – nu numai în epoca sa, ci vreme de multe secole, mai ales în timpul Renașterii, ba chiar și astăzi.

384–322 î.Hr. Aristotel, filozof și învățat grec, cel mai celebru elev al lui Platon, încearcă să elaboreze prima teorie unificată a cosmosului, contribuind totodată la concepte în toate domeniile, de la fizică la științele naturale.

356–323 î.Hr. Alexandru cel Mare, care îi succede lui Filip al II-lea în 336, începe apoi o serie de cuceriri care răspîndesc cultura greacă pînă în India, spre est, și pînă în Egipt, spre sud.

341–270 î.Hr.	Epicur din Samos înființează o școală filozofică în care atomii constituie partea fundamentală a filozofiei.
338 î.Hr.	Filip al II-lea al Macedoniei înfrînge forțele grecești și devine lider al tuturor statelor grecești, exceptînd Sparta.
c.325–c.270 î.Hr.	Euclid, filozoful matematician grec, fondează geometria euclidiană.
c.310–c.230 î.Hr.	Aristarh din Samos, astronom grec.
300 î.Hr.	Este construit Muzeul din Alexandria, care devine un centru pentru învățați și artiști, mai ales pentru matematicienii greci.
c. 287–212 î.Hr.	Arhimede, matematician și inginer grec.
264 î.Hr.	Începe primul război punic, între Roma și Cartagina.
c. 262–c. 190 î.Hr.	Apollonius din Perga, matematician grec.
c. 190–120 î.Hr.	Hiparh din Nicea (Turcia), astronom, alcătuiește o listă a stelelor fixe.
48 î.Hr.	Biblioteca din Alexandria este mistuită de incendiu.
44 î.Hr.	Iulius Caesar, conducător roman, este asasinat.
31 î.Hr.	Egiptul (condus de Cleopatra) este cucerit de Roma.
c. 20–?	Dioscoride, medic grec, autor al primei farmacopei sistematice.
23–79 e.n.	Pliniu cel Bătrîn, învățat roman, care a scris *Naturalis historia* („Istoria naturii").

c. 100	Chang Heng (Zhang Heng) introduce caroiajul ortogonal pentru alcătuirea hărților.
c. 100–170	Ptolemeu, astronom grec, al cărui sistem despre univers a constituit conceptul standard pînă la apariția lui Copernic, 13 secole mai tîrziu.
c. 130–c. 200	Galen, medic grec, ale cărui lucrări cuprinzătoare au constituit sursa de referință principală în materie de anatomie în Evul Mediu.
541–544	Ciuma bubonică lovește Europa și Asia Mică, omorînd în perioada ei de apogeu 10 000 de oameni pe zi la Constantinopol.
616	Vizigoții invadează Spania și o cuceresc de sub stăpînirea Imperiului Roman.
622	Mahomed fuge de la Mecca la Medina pentru a scăpa de persecuții, fugă numită Hegira. Numărătoarea anilor la islamici începe cu acest an.
632	Moare Mahomed și începe expansiunea islamică.
711	Armatele arabe invadează Spania.
732	Carol Martel înfrînge armatele islamice, punînd capăt expansiunii islamice.
800	Charlemagne (Carol cel Mare) este încoronat rege al francilor și împărat roman al Apusului, reînviind pentru un timp ideea unui Imperiu Roman de Apus.
1006	Astronomii chinezi observă și înregistrează o novă.

1054	Astronomii chinezi observă şi înregistrează o a doua novă pe cerul nopţii. Aceasta este observată şi în Japonia şi în ţările arabe.
1066	Wilhelm Cuceritorul îl înfrînge pe Harold în bătălia de la Hastings, statornicind dominaţia Angliei de către Normandia (nordul Franţei de azi).
c. 1100	Geologul chinez Chu Hsi (Zhu Xi) stabileşte faptul că munţii sînt mase de uscat înălţate care cîndva au fost funduri de mare.
1126–1198	Averroes, filozof arab, cunoscut pentru comentariile înţelepte şi riguroase referitoare la Aristotel.
c. 1150	Chinezii realizează primele rachete.
1167 sau 1168	În Anglia este înfiinţată Universitatea Oxford.
1215	Baronii englezi îl forţează pe regele Ioan să semneze Magna Carta.
1222	Este înfiinţată Universitatea din Padova (Italia). În următorii 20 de ani iau fiinţă Universitatea din Neapole (Italia), Universitatea din Toulouse (Franţa), Universitatea Cambridge (Anglia) şi Universitatea din Roma (Italia).
c. 1225–1274	Toma d'Aquino, teolog italian care a făcut o sinteză între doctrina creştină catolică şi filozofia aristoteliană.
1271	În sfîrşit ultima ofensivă a Cruciadelor, o serie de tentative din partea armatelor

creştine de a recuceri Pămîntul Sfînt (acum Israel) de sub ocupaţia islamică.

1271–1295 Marco Polo din Veneţia călătoreşte în Orientul Îndepărtat.

c. 1285–1349 William de Ockham, gînditor englez, introduce ideea conform căreia atunci cînd există mai multe explicaţii ale aceluiaşi fenomen, trebuie aleasă cea mai simplă dintre ele – concept cunoscut sub numele de briciul lui Ockham, care a devenit unul din fundamentele ştiinţei.

1346–1347 Corăbiile italiene aduc şobolani purtători de ciumă bubonică în Europa, unde o treime din populaţia continentului (circa 25 de milioane de oameni) moare de această boală pînă în 1351. În următorii 80 de ani, cînd ciuma loveşte iarăşi şi iarăşi în valuri, ea va ucide trei sferturi din populaţia Europei.

1368 Ia fiinţă Dinastia Ming în China, o dată cu răsturnarea mongolilor.

1400 Chinezii calculează lungimea anului solar la aproximativ 365,25 zile.

1415 Începe expansiunea europenilor o dată cu capturarea de către portughezi a portului Ceuta, pe ţărmul african al strîmtorii Gibraltar.

1428 Ioana d'Arc conduce armatele franceze împotriva englezilor.

RENAȘTEREA ȘI REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ 1449-1704

1449–92	Renașterea atinge perioada de apogeu la Florența, sub conducerea familiei Medici.
1453	Sfîrșitul Imperiului Bizantin și a Războiului de O Sută de Ani.
1454	Este publicată Biblia lui Gutenberg.
1470	Este inventat arcul principal pentru mecanismele de ceas.
1473–1543	Nicolaus Copernic, astronom polonez.
1492	Cristofor Columb debarcă în America și începe marea epocă a explorărilor.
1497	Exploratorul portughez Vasco da Gama înconjoară Capul Bunei Speranțe.
1502	Amerigo Vespucci explorează coasta Americii de Sud.
1504	Arcul principal subțire este pus într-un ceas; primele ceasuri de mînă.
1509–1564	Jean Calvin, teolog francez, înființează o formă mai radicală de protestantism, care va ajunge să fie denumită calvinism.
1510–1590	Ambroise Paré, bărbier-chirurg francez, a ameliorat metodele chirugicale.
1514–1564	Andreas Vesalius, anatomist flamand.
1517	Martin Luther bate în cuie cele 95 de Teze pe ușa bisericii din Wittenberg, Saxonia, marcînd începutul Reformei.

1523 Magellan înconjoară globul terestru pe calea apei.

1530 Gonzalo Jimenez de Quesada descoperă cartoful, care alături de porumb şi de tutun, devine una dintre cele mai importante plante, din punct de vedere comercial, aduse în Europa din Lumea Nouă.

1531 Francisco Pizarro debarcă în Peru (exterminîndu-i pe incaşi), iar spaniolii cuceresc cea mai mare parte din cele două Americi, exceptînd Brazilia, şi pînă la teritoriul de azi al Statelor Unite ale Americii.

1533 Regele Henric al VIII-lea al Angliei se căsătoreşte cu Anne Boleyn şi începe preparativele de înfiinţare a anglicanismului.

1530–1540 Şase comete apar pe cer; 1538, Girolamo Fracastoro publică o carte cu descrieri ale observaţiilor de comete, incluzînd amănuntul că coada cometelor este orientată întotdeauna invers faţă de Soare.

1539 Hernando DeSoto explorează regiunea sud-estică a Statelor Unite. Cîţiva membri ai expediţiei sale sînt primii europeni care au văzut rîul Mississippi.

1540 Germanul Peter Bennewitz, studiind aceleaşi comete, publică o carte în care ajunge independent la aceleaşi concluzii şi include primele desene ştiinţifice ale unei comete.

1540 Matematicianul german Georg Joachim von Lauchen (1514 – 1576), cunoscut sub numele de Rheticus, calculează niște tabele de trigonometrie îmbunătățite; broșura lui, publicată în 1540, a constituit prima prezentare a sistemului heliocentric al lui Copernic, pregătind terenul pentru teoriile copernicience și permițînd astronomiei bazate pe calcule matematice să facă un important pas înainte.

Anii 1540 Este explorat interiorul continentelor americane – Hernando Cortés în New Mexico și Baja California.

1543 Lucrarea lui Copernic, *De revolutionibus,* este publicată cu puțin timp înainte de moartea sa.

1543 Apare cartea lui Vesalius *De humanis corporis fabrica.*

1544–1603 William Gilbert, cercetător englez al fenomenelor magnetice și electrice.

1546 Războaiele religioase încep în momentul în care sfîntul împărat roman Carol al V-lea ridică armele împotriva principatelor lutherane.

1546–1601 Tycho Brahe, astronom danez.

1552 *Nostradamus* – versete criptate care prezic viitorul și despre care se spune că ar fi prezis Revoluția Franceză, ascensiunea lui Napoleon, a lui Hitler și al doilea război mondial. Dar, deoarece nu include nici o dată calendaristică în scrierile sale, valabilitatea acestor previziuni se bazează mai mult pe „mintea de pe urmă"

a celor ce l-au interpretat, decît pe calităţile de prevestitor al lui Nostradamus.

1558 Elizabeth I este încoronată regină a Angliei.

1559–1561 Seminţe de tutun sînt exportate pentru prima oară din America în Franţa.

1560 Fizicianul italian Giambattista della Porta (1535?–1615) a înfiinţat prima asociaţie ştiinţifică, Academia Misterelor Naturii, ulterior desfiinţată de către Inchiziţie.

1561–1626 Francis Bacon, fondatorul metodei ştiinţifice.

1568 Geograful flamand Gerhard Kremer (1512–1594), cunoscut ca Gerardus Mercator, pune la punct proiecţia cartografică cilindrică.

1572 O supernovă este observată în constelaţia Cassiopeia; Tycho a urmărit-o vreme de 485 zile. Primul care a făcut observaţii ştiinţifice asupra unei supernove, el a încercat să-i determine paralaxa, dar nu a putut-o detecta, aşa că s-a gîndit că ea trebuie să facă parte din spaţiul cosmic de dincolo de Lună. Astfel el a contribuit la desfiinţarea ideii de perfecţiune şi de caracter imuabil aplicată la spaţiul cosmic.

1572 Ziua Sfîntului Bartolomeu (23 august); catolicii încalcă tratatul de pace atacînd şi ucigînd 50 000 de hughenoţi neînarmaţi.

1577 Tycho a reuşit să organizeze primul observator astronomic complet utilat (deşi telescopul nu fusese încă inventat) pe

insula Hven din strîmtoarea care separă Danemarca de Suedia. El studiază noua cometă care apare pe cer. Nereuşind să găsească paralaxa mare, el conchide că şi aceasta se află la o mare depărtare, dincolo de Lună – încă o lovitură dată supoziţiilor astronomice ale grecilor.

1578 Sir Francis Drake, navigator englez, navighează de-a lungul coastei dinspre Pacific a continentelor americane.

1581 La 17 ani, Galileo Galilei (1564–1642) participă la serviciul religios al catedralei din Pisa, măsoară mişcările de balans ale candelabrului cu ajutorul pulsului şi trage unele concluzii despre mişcarea pendulului, pe care le verifică acasă, prin intermediul unor experimente.

1582 Este adoptat calendarul gregorian.

1583 Matematicianul olandez Simon Stevin (1548–1620), începe studiile care au dus la apariţia ştiinţei moderne a hidrostaticii.

1585 Walter Raleigh (1554–1618) încearcă să colonizeze insula Roanoke aflată în actualul stat Carolina de Nord.

1586 Stevin face unele experienţe cu pietre lăsate să cadă liber (mai puţin riguroase ştiinţific decît cele ale lui Galilei).

1589 Galilei începe o serie de experienţe pentru a măsura parametrii căderii libere a corpurilor.

1589 William Lee, cleric englez, inventează prima maşină de tricotat (indiciu timpu-

riu al Revoluției Industriale ce avea să vină).

1590 Fabricantul de ochelari olandez Zacharias Janssen construiește primul microscop.

1596–1650 René Descartes, filozof francez și promotor al gîndirii raționale, care a fondat geometria analitică și a avut contribuții importante la filozofia științei.

1597 Alchimistul german Andrews Liebau (Libavius) publică *Alchemia*, care sintetizează realizările medievale în domeniul alchimiei. Scrisă limpede, fără înfloriturі de factură mistică, această lucrare este considerată în general ca primul manual de chimie. Pregătește terenul pentru nașterea chimiei care avea să se producă 60 de ani mai tîrziu.

1600 William Gilbert publică *De magnete* („Despre magneți") descriind rezultatele experimentelor sale legate de magnetism. Ajunge la concluzia că Pămîntul însuși este un magnet uriaș.

1600 Filozoful și misticul italian Giordano Bruno (născut în 1548) este ars pe rug.

1603 Medicul italian Hieronymus Fabricius (1537–1619) studiază valvele din vene și face supoziția că sîngele din venele picioarelor se mișcă numai către inimă, dar nu-și publică opinia nevrînd să-l contrazică pe Galen.

1607 John Smith înființează colonia Jamestown în Virginia, prima colonie engleză permanentă în America.

1608	Fabricantul de ochelari olandez Hans Lippershey începe să lucreze la construirea unui telescop.
1609	Kepler calculează orbitele planetare; Galilei studiază Calea Lactee şi Luna cu ajutorul unui telescop pe care şi l-a construit singur.
1610	Colonie franceză înfiinţată în Quebec.
1610	Galilei studiază planeta Jupiter şi cei patru sateliţi vizibili ai acesteia; de asemenea cercetează planeta Venus şi petele solare.
1611	Publicarea Versiunii Autorizate a Bibliei (King James Version).
1614	Medicul italian Santorio Santorio, cunoscut şi ca Sanctorius (1561–1636), studiază metabolismul, construieşte dispozitive de cîntărit complicate pentru a măsura ceea ce intră şi ceea ce iese din organism.
1616	Dramaturgul englez William Shakespeare moare în aceeaşi zi (23 aprilie) ca şi scriitorul spaniol Miguel de Cervantes.
1618	Războiul de Treizeci de Ani, un conflict între protestanţi şi catolici, începe în Germania şi se răspîndeşte în ţările învecinate.
1620	Filozoful englez Francis Bacon îşi publică argumentele în favoarea metodei ştiinţifice.
1620	Pelerinii debarcă la Plymouth Rock în regiunea cunoscută acum ca Massachusetts.

1624	Medicul flamand Jan Baptista van Helmont (1579–1644) începe lucrul cu vaporii şi gazele.
1627	Kepler publică o carte de tabele planetare.
1628	Harvey îşi publică lucrarea *De Motus Cordis* despre mişcările inimii şi ale sîngelui.
1633	Galilei este condamnat de către Biserică.
1636	Este înfiinţat Colegiul Harvard în Massachusetts.
1637	Descartes publică *Discours sur la méthode*
1642	Pascal, un matematician şi filozof francez (1623–1662) inventează o maşină de calcul.
1642	Începe Războiul civil englez.
1643	Ludovic al XIV-lea devine rege al Franţei.
1645	Fizicianul german Otto von Guericke inventează pompa de aer, care permite efectuarea unor experimente în vid.
1648	Ia sfîrşit Războiul de Treizeci de Ani.
1649	Carol I al Angliei este decapitat.
1650	Episcopul anglican James Ussher datează Geneza la anul 4004 î.Hr. (Noi ştim acum că primii oameni au apărut pe Pămînt în urmă cu cel puţin 2,4 milioane de ani.)
1654	Pascal şi Fermat pun bazele teoriei probabilităţilor.
1656	Christiaan Huygens (1629–1695) studiază inelele lui Saturn şi descoperă satelitul

lui Saturn, Titan; construieşte primul ceas cu pendulă.

1657 Robert Hooke (1635 – 1703) perfecţionează pompa de aer şi face experimente în vid cu un fulg şi o monedă, pentru a verifica teoria lui Galilei.

1658 Naturalistul olandez Jan Swammerdam, unul dintre primii experimentatori care s-au ajutat de microscop, părintele entomologiei moderne, descoperă corpusculul de sînge roşu.

1658 Oliver Cromwell moare, şi astfel ia sfîrşit guvernarea sa în Anglia.

1660 Restaurarea monarhiei în Anglia.

1660 Marcello Malpighi (1628–1694), pionier al cercetării microscopice, descoperă capilarele.

1660 Guericke descoperă electricitatea statică (primul care a demonstrat-o la scară mare).

1661 Fizicianul şi chimistul irlandez Robert Boyle (1627–1691) publică *Skeptical Chymist.*

1662 Boyle îl convinge pe Hooke să construiască o pompă de aer ameliorată şi stabileşte legea lui Boyle privind gazele – avînd drept rezultat cea mai puternică dovadă în favoarea ideilor antice despre atomism.

1662 Societatea Regală, o organizaţie dedicată ştiinţei, ia fiinţă în Anglia.

1664 Hooke descoperă şi studiază Marea Pată Roşie de pe Jupiter.

1665 Hooke publică *Micrographia* ca urmare a cercetărilor sale microscopice.

1665 Giovanni Domenico Cassini (1625–1712) determină viteza de rotaţie a lui Marte.

1665 Ciuma loveşte Londra şi Cambridge, forţîndu-l pe Newton să se retragă la ferma familiei.

1665 Este publicată postum opera fizicianului italian Francesco Maria Grimaldi (1618–1663), demonstrînd principiile refracţiei luminii.

1666 Omul de ştiinţă englez Isaac Newton (1642–1727) lucrează la problemele luminii şi spectrului.

1668 Francesco Redi (medic italian, 1626–1697) face nişte studii care (cel puţin pentru moment) „îngroapă" teoriile antice ale generaţiei spontane.

1668 Newton inventează telescopul cu reflexie.

1669 Newton şi Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) dezvoltă independent calculul infinitezimal.

1669 Geologul danez Nicolaus Steno (1638–1686) afirmă că fosilele sînt reminiscenţe ale unor vietăţi antice.

1671 Giovanni Cassini descoperă al şaptelea satelit natural al lui Saturn, urmînd să mai descopere alţi trei sateliţi pe parcursul următorilor 13 ani.

1672 Giovanni Cassini determină distanța dintre Pămînt și Marte (primul indiciu al imensității spațiului cosmic).

1675 Astronomul danez Olaus Roemer (1644–1710) calculează viteza luminii.

1676 Microscopistul olandez Antony van Leeuwenhoek (1632–1723) construiește cele mai bune microscoape din lume, capabile să mărească de peste 200 de ori; descoperă în apa de ploaie și apa de baltă organisme vii, pe care le denumește „animalcule"

1677 Leeuwenhoek descoperă spermatozoizii din lichidul seminal.

1678 Studiile lui Newton îl fac pe acesta să conchidă că lumina este compusă din particule; pe de altă parte, Huygens ajunge la concluzia că lumina are o natură ondulatorie; se iscă o dispută științifică.

1678 Edmund Halley (1656–1742) face observații astronomice (în special asupra Norului lui Magellan) din insula Sfînta Elena, situată în sudul Oceanului Atlantic; publică un catalog al stelelor (peste 300 de stele care nu fuseseră incluse anterior, deoarece el și-a făcut observațiile din emisfera sudică).

1682 Botanistul englez Nehemiah Grew (1641–1712) demonstrează că plantele se reproduc sexual și că granulele individuale de polen sînt echivalentul spermatozoizilor din lumea animală.

1683 Leeuwenhoek observă bacteriile (pe care le recunoaşte ca organisme animale, deşi nu ştie ce sînt exact).

1684 Jean Picard (1620–1682), astronom francez, într-o operă publicată postum, oferă cea mai precisă măsurătoare pentru dimensiunea Pămîntului.

1685 Ludovic al XIV-lea revocă Edictul din Nantes, retractînd libertatea religioasă care fusese îngăduită protestanţilor francezi (hughenoţii).

1686 Naturalistul englez John Ray (1627–1705) publică primul volum al lucrării în trei volume ce conţine o clasificare a speciilor vegetale.

1687 Legile de mişcare ale lui Newton publicate în cartea sa *Principia mathematica*.

1689 Petru cel Mare devine ţar al Rusiei.

1689 Wilhelm şi Maria de Orania sînt declaraţi împreună suverani ai Angliei de către Parlament.

1691 John Ray începe să lucreze la o clasificare a animalelor similară cu cea pe care o realizase pentru regnul vegetal.

1693 Leibniz inventează o maşină de calcul mai bună decît cea a lui Pascal.

1698 Halley este numit comandant al navei *Paramour Pink* într-o expediţie marină de doi ani avînd drept scop măsurarea declinaţiei magnetice în diferite puncte ale globului terestru şi determinarea coordonatelor geografice (latitudinea şi

longitudinea) ale porturilor maritime în care se opreşte. A fost prima expediţie maritimă avînd drept scop unic cercetarea ştiinţifică.

1704 Este publicată lucrarea lui Newton *Opticks*; ea devine manualul standard pentru studiul luminii în tot restul secolului al XVIII-lea.

GLOSAR

accelerație orice schimbare a vitezei ca valoare numerică sau direcție, sau ambele

„a face economie la capitolul «fenomene neobișnuite»" în accepțiunea dată de grecii antici, o expresie care înseamnă ajustarea unei teorii astfel încît ea să nu intre în conflict cu observațiile

alchimie încercarea (nereușită vreodată) de a obține aur din alte metale; alchimiștii au fost primii chimiști

an-lumină distanța parcursă de lumină în vid într-un an, egală cu aproximativ $9{,}46 \times 10^{12}$ kilometri

aorta marea arteră care transportă sîngele pompat de inimă

arteră vas de sînge prin care sîngele este trimis de inimă spre extremități

astrologie prezicerea rezultatelor unor evenimente ale vieții umane pe baza presupuselor influențe ale stelelor și planetelor, a poziției și aspectului acestora

bestiar o lucrare medievală despre tipurile de animale, atît reale cît și imaginare, și despre obiceiurile acestora, adeseori cu tentă alegorică și moralizatoare

capilar vas de sînge cu o deschidere cît un fir de păr care unește capetele arterelor cu capetele venelor

cometă denumită uneori „bulgăre de zăpadă murdară", un corp ceresc format din gheață și rocă a cărui orbită în jurul Soarelui îl poate purta pînă la marginea sistemului solar, dar și foarte aproape de Soare, unde își poate forma o „coadă" gazoasă, strălucitoare

cosmologie ramură a astronomiei care se ocupă cu originea universului, structura acestuia şi relaţia spaţiu-timp

cosmos un univers guvernat de o ordine armonioasă şi sistematică

cuantifica a exprima o idee sau un concept cu ajutorul numerelor

cuneiform compus sau scris cu caractere ascuţite, folosite frecvent pe vremea cînd se scria pe tăbliţe de lut

disecţie procedura de a expune, de exemplu, părţile unui organism, pentru examinări ştiinţifice

eliptic de forma unei curbe construită în aşa fel încît suma distanţelor ei faţă de două puncte fixe este constantă – formînd un cerc aplatizat

embrion primele stadii ale creşterii unui animal, anterioare naşterii; la oameni, etapa cuprinsă între oul fertilizat şi fetus

entomolog specialist în insecte

epiciclu în astronomia ptolemeică, micul cerc pe care se crede că o planetă se mişcă uniform în acelaşi timp în care centrul epiciclului se deplasează pe circumferinţa unui cerc mai mare în jurul Pămîntului

Epoca Bronzului perioada cuprinsă între anii 3500 şi 1000 î.Hr., cînd oamenii au obţinut şi au folosit pentru prima oară uneltele şi alte obiecte din bronz

eter (nu anesteziculi), în sensul dat de grecii antici, substanţa transparentă despre care se crede că este difuzată în întreg universul, transportînd lumina. Nimeni nu a putut să-l detecteze vreodată, şi doi oameni de ştiinţă, Albert Michelson şi Edward Morley, au demonstrat în cele din urmă, într-un experiment efectuat în 1887, că eterul nu există

falsificabil care poate fi dovedit ca neadevărat

focar centrul unui cerc sau, în cazul elipsei, unul dintre cele două puncte centrale în jurul cărora este construită

geocentric având Pământul în centru

heliocentric având Soarele în centru

hieroglifă caracter folosit în sistemul de scriere hieroglific sau cu ideograme, cum ar fi cel folosit de preoțimea din Egiptul antic

ipoteză presupunere făcută cu scopul de a deduce și a testa consecințele ei logice sau empirice; formulare a unui principiu natural bazată pe deducție, ce pornește de la datele observate (vezi *teorie* și *lege*)

lege în știință, formulare a unei ordini sau relații între fenomene care, în măsura în care este cunoscută, va fi invariabilă în anumite condiții date (vezi de asemenea *teorie* și *ipoteză*)

ligatură legarea, pansarea sau bandajarea unei vene sau artere cu scopul de a opri curgerea sîngelui prin vasul sangvin respectiv

mare (plural, „maria") termen utilizat pentru a descrie zonele întinse întunecate de pe suprafața lunii

medie media aritmetică, calculată prin împărțirea sumei unui grup de termeni la numărul termenilor

metalurgie știința și tehnologia metalelor

microscop combinație de lentile care mărește pînă la nivelul vizibilului obiecte atît de mici încît sînt invizibile pentru ochiul liber

mișcare retrogradă mișcare a corpurilor cerești contrară mișcării unor corpuri similare

Neolitic noua epocă a pietrei

Noua epocă a pietrei sau Neoliticul, cuprinsă aproximativ între anii 8000 și 4000 î.Hr., cînd oamenii au dezvoltat

agricultura, au început să domesticească animalele şi au descoperit olăritul

nova o stea care prezintă o creştere bruscă şi spectaculoasă a luminozităţii şi revine apoi la normal în cîteva luni sau ani

obiectiv (antonim *subiectiv*) aplicat la relatări sau observaţii, care se dovedeşte a fi exclus opiniile sau prejudecăţile personale; bazat pe experimente repetabile şi date falsificabile

paradigmă sistem de fapte, teorii şi filozofii legate între ele, acceptate pe o scară atît de largă încît au devenit acceptate implicit ca fundament al gîndirii pentru domeniul problemelor ştiinţifice. Cînd noi teorii pun la îndoială o paradigmă veche, restructurarea rezultată a teoriilor şi paradigmelor într-o nouă paradigmă poartă numele schimbare de paradigmă

plan înclinat o suprafaţă plană şi înclinată, cum ar fi o pantă

planetă pentru antici, unul dintre corpurile materiale din spaţiul ce înconjoară Pămîntul – Soarele, Luna, Venus, Jupiter şi aşa mai departe – care pare să aibă o mişcare proprie pe fundalul aparent fix al stelelor. Astăzi, doar acele corpuri care se deplasează în jurul Soarelui, exceptînd sateliţii, cometele şi asteroizii, sînt denumite planete

prismă un obiect solid şi transparent cu bazele identice şi ale cărui feţe laterale sînt paralelograme; cînd lumina trece printr-o prismă, ea se separă în componentele spectrului ei

proiectil orice obiect care este împins sau aruncat înainte, cum ar fi o piatră sau o săgeată

rarefiere în fizică, scăderea presiunii şi densităţii unui mediu, cum ar fi aerul, prin expandare fără adăugare de materie suplimentară

raţionament a posteriori raţionament inductiv prin care se ajunge la nişte concluzii derivate pe baza faptelor observate

raţionament a priori raţionament deductiv, în care se ajunge de la general la particular

raţionament deductiv sau raţionament **a priori** raţionament prin care se stabilesc mai întîi adevărurile generale după care se trece la exemplele particulare

raţionament inductiv sau raţionament **a posteriori** raţionament care stabileşte adevărurile generale pe baza unor exemple particulare

Reformă mişcare religioasă din secolul al XVI-lea marcată de schimbări violente şi respingere de către unele grupări a doctrinei şi autorităţii romano-catolice, care a avut drept rezultat înfiinţarea bisericilor protestante

Renaştere o perioadă de tranziţie în Europa între epoca medievală şi epoca modernă, care a început în Italia în secolul al XIV-lea şi a durat pînă în secolul al XVII-lea, caracterizată de o resuscitare a interesului faţă de domeniul umanist, faţă de filozofia şi artele clasice, fapt ce a rezultat într-o înflorire a artelor şi o lansare în forţă a ştiinţei moderne

retrogresie mişcare în direcţie opusă sau retrogradă

rezistenţa aerului efectul de încetinire exercitat de aer asupra oricărui corp care îl traversează, datorită frecării

scolasticism mişcare filozofică dominantă în tradiţia creştină occidentală din secolul al IX-lea pînă în secolul al XVII-lea, caracterizată printr-o aderenţă strictă la dogmă şi la autoritatea tradiţională

septum (inimă) membrana care separă inima în două compartimente

sistemul solar sistemul de planete care se rotesc în jurul Soarelui

subiectiv (antonim *obiectiv*), aplicat unor relatări sau observații: care arată că opiniile sau prejudecățile personale ale observatorului/celui care relatează îi influențează afirmațiile

supernova o explozie rar observată a unei nove, în care luminozitatea maximă intrinsecă o depășește de circa 100 de milioane de ori pe cea a Soarelui

teleologie ideea, bazată pe o interpretare greșită a lui Aristotel, că evenimentele viitoare controlează prezentul, conform căreia „A este așa pentru ca B să poată fi așa", că procesele naturale sînt direcționate către un scop sau sînt modelate de un anumit țel

telescop ansamblu de lentile și oglinzi într-un tub, care face ca obiectele îndepărtate să pară apropiate

teorie în știință, un principiu sau grup de principii plauzibil sau acceptabil științific, avînd drept scop explicarea fenomenelor (vezi de asemenea *ipoteză* sau *teorie*)

umanism reînvierea interesului pentru literatura și arta clasică, creșterea spiritului individualist și critic și sporirea importanței acordate preocupărilor nereligioase, care au fost caracteristice perioadei Renașterii

umoare unul din cele patru fluide care, conform fiziologiei medievale, constituiau corpul omenesc; în conformitate cu această idee, proporția relativă a acestor umori – bilă, sînge, flegmă și bilă neagră – determină sănătatea și temperamentul unui individ

vechea epocă a pietrei perioadă în cursul căreia oamenii au început să folosească uneltele şi ustensilele din piatră, care a durat pînă acum circa 1,4 milioane de ani

vena cavă marea venă care conduce la inimă

venă unul dintre vasele de sînge care transportă sîngele de la extremităţi spre inimă

vid un spaţiu care nu conţine nici un fel de materie

viteză intervalul de timp necesar unui corp pentru a se deplasa pe o distanţă dată; cînd fizicienii vorbesc despre viteză, ei se referă nu numai la rapiditatea cu care se deplasează un obiect, ci şi la direcţia în care acesta se mişcă

vivisecţie disecţie efectuată pe organisme vii (animale sau plante).

BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ

DESPRE ŞTIINŢĂ:

Cole, K. C. *Sympathetic Vibrations: Reflections on Physics as a Way of Life.* New York: William Morrow, 1985. O viziune foarte interesantă, bine redată şi într-un stil alert, asupra fizicii, prezentată într-o manieră bine gîndită şi profundă de către o autoare care îşi îndrăgeşte subiectul. Se pune accentul îndeosebi pe fizica modernă, autoarea concentrîndu-se mai mult asupra ideilor, decît asupra istoriei.

Ferris, Timothy, ed. *The World Treasury of Physics, Astronomy and Mathematics.* New York: Little, Brown, 1991. O antologie a celor mai moderne subiecte ale fizicii moderne care include şi unele articole generale despre filozofia ştiinţei şi cîteva poezii încîntătoare despre fizică. Pe alocuri dificilă, merită totuşi să fie răsfoită.

Fisher, David E. *The Creation of the Universe.* Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1977. O prezentare entuziastă, uşor de parcurs, adresată tinerilor cititori.

Fleisher, Paul. *Secrets of the Universe: Discovering the Universal Laws.* New York: Atheneum, 1987. O viziune bine înfăţişată şi captivantă asupra fizicii adresată tînărului cititor, dar plăcută şi plină de informaţie pentru oricine este interesat de ştiinţă. Include excelente discuţii asupra activităţii lui Galilei, Newton şi a altora, precum şi legi generale ale fizicii.

Gonick, Larry and Art Huffman. *The Cartoon Guide to Physics*. New York: Harper Perennial, 1991. Amuzantă, dar uneori abordarea expeditiv-glumeață trece parcă prea repede pe lîngă subiecte importante.

Hann, Judith. *How Science Works*. Pleasantville, N.Y.: Reader's Digest, 1991. O carte despre fizică frumos ilustrată în culorile cele mai vii, pentru tinerii cititori. Explicații scurte, dar bine formulate ale legilor fundamentale și scurte note istorice însoțesc numeroase experimente ușoare pe care cititorii le pot efectua singuri.

Hazen, Robert M., and James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*. New York: Doubleday, 1991. O privire generală clară și ușor de asimilat asupra principiilor de bază ale științei și asupra modului cum se aplică ele științei din zilele noastre.

Holzinger, Philip R. *House of Science*. New York: John Wiley & Sons, 1990. Discuții alerte sub formă de întrebări și răspunsuri pentru tinerii adulți. Cuprinde activități și experimente.

Morrison, Philip, and Phylis Morrison. *The Ring of Truth: An Inquiry into How We Know What We Know*. New York: Random House, 1987. Cartea însoțește serialul de televiziune. Explicații minunate și cu o puternică notă personală legate de știință și procesul științific. Ușor de citit și captivantă.

Rensberger, Boyce. *How the World Works: A Guide To Science's Greatest Discoveries*. New York: William Morrow, 1986. Explicații lucide și accesibile privind conceptele științifice principale, termeni explicați în ordine alfabetică și excelente discuții despre metoda științifică și mecanismele științei.

Trefil, James. *1001 Things Everyone Should Know about Science*. New York: Doubleday, 1992. Exact ceea ce spune și titlul („1001 de lucruri pe care toți ar trebui să le știe despre știință"), și bine scrisă.

Walker, Jearl. *The Flying Circus of Physics with Answers.* New York: John Wiley & Sons, 1977. De-acum o colecție clasică de probleme și întrebări despre fizica din viața de zi cu zi. Puțină istorie, dar multă distracție.

DESPRE ISTORIA ȘTIINȚEI:

Asimov, Isaac. *Asimov's Chronology of Science and Discovery.* New York: Harper and Row, 1989. O viziune cronologică asupra științei, an cu an. Scrisă cu verva obișnuită a lui Asimov. Bună pentru verificarea unor termeni și pentru răsfoit.

Boorstin, Daniel J. *The Discoverers.* New York: Random House, 1983. Cele peste 700 de pagini ale cărții ar putea să intimideze, dar este o lucrare minunat de vioaie, de bine scrisă și de pasionantă despre istoria căutării de către omenire a cunoașterii de sine și a naturii. Adresată publicului larg.

Brooke, John Hedley. *Science and Religion: Some Historical Perspectives.* Cambridge: Cambridge University Press, 1991. Această carte destinată cititorului de nivel superior este pe alocuri dificilă, dar oferă o viziune bine reprezentată și plină de informații asupra relației dintre știință și religie de-a lungul întregii istorii.

Gillespie, Charles C. *The Edge of Objectivity.* Princeton: Princeton University Press, 1960. O provocatoare privire de ansamblu asupra științei, istoriei și filozofiei științei.

Hays, H. R. *Birds, Beasts, and Men: A Humanist History of Zoology.* New York: G. P. Putnam's Sons, 1972. O narațiune accesibilă și bine organizată, dar este o carte mai veche și ceva mai greu de găsit.

Hellemans, Alexander, and Bryan Bunch. *The Timetables of Science.* New York: Simon and Schuster, 1988. O

cronologie anuală a științei, ușor de citit. Bună pentru verificarea faptelor și a termenilor sau numai pentru răsfoit. Iar „sintezele" sînt bine alcătuite și adaugă context istoric.

Magner, Lois N. *A History of the Life Sciences.* New York: Marcell Dekker, 1979. O analiză bună și ușor de citit, deși pe alocuri pierde întrucîtva din cauza unei organizări stîngace.

Mason, Stephen F. *A History of the Sciences,* revised edition. New York: Collier Books, 1962. Inițial publicată în 1956, această carte este mai veche decît istoria lui Ronan (mai jos), dar este una dintre lucrările standard de istoria științei.

Ronan, Colin. *The Atlas of Scientific Discovery.* New York: Crescent Books, 1983. O carte de mici dimensiuni, dar în același timp o analiză bine concepută și excelent scrisă, completată cu ilustrații.

Ronan, Colin A. *Science: Its History and Development Among the World's Cultures.* New York: Facts On File, 1982. O sinteză cuprinzătoare asupra istoriei științei din antichitate pînă în prezent.

Sambursky, *S. The Physical World of the Greeks.* Princeton: Princeton University Press, 1956. Retipărită în tiraj de masă, 1987. Pentru cititorii care doresc să pătrundă mai în detaliu în fizica clasică a marilor filozofi greci. Pe alocuri dificilă pentru cititorii tineri și publicul larg.

DESPRE REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICĂ:

Butterfield, H. J. *The Origins of Modern Science: 1300–1800.* New York: Macmillan, 1958. O istorie clasică, mult apreciată. Este mai veche, dar rămîne o lectură de bază și plină de profunzime.

Cohen, I. Bernard. *The Newtonian Revolution.* Cambridge: Cambridge University Press, 1983. O lucrare standard.

Hall, A. Rupert. *From Galilei to Newton.* New York: Dover, 1981. Bună, solidă şi exactă, deşi uneori e uşor cam seacă.

Kuhn, Thomas S. *The Copernican Revolution.* New York: Random House, 1957. O analiză clasică sociologică, cîndva controversată, asupra revoluţiei copemiciene. O lectură întrucîtva dificilă.

Sarton, George. *Six Wings: Men of Science in the Renaissance.* Bloomington: Indiana University Press, 1957. Această lucrare clasică oferă o analiză pertinentă a perioadei Renaşterii.

DESPRE OAMENII DE ŞTIINŢĂ:

Abbott, David, ed. *The Biographical Dictionary of Scientists: Astronomers.* New York: Peter Bedrick Books, 1984. Scurte definiţii aranjate în ordine alfabetică, incluzînd un glosar extins şi scheme. Un stil arid şi cam greoi, dar o valoroasă sursă de informaţie.

* * * *The Biographical Dictionary of Scientists: Physicists.* New York: Peter Bedrick Books, 1984. La fel ca şi dicţionarul lui Abott despre astronomi, o lucrare de referinţă demnă de încredere, deşi pe alocuri greu digerabilă.

Armitage, Angus. *Copernicus: The Founder of Modern Astronomy.* New York: Dorset Press, 1990. Greoi scrisă, dar plină de informaţie.

Asimov, Isaac. *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology,* second revised edition. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1982. Sistemul neobişnuit de ordonare cronologic şi nealfabetic e mai greu de folosit la început, dar abordarea vioaie a lui Asimov face lectura acesteia fascinantă şi profitabilă în privinţa informaţiilor esenţiale.

Banville, John. *Kepler, A Novel.* Boston: David R. Godine, 1984. Un roman riguros din punct de vedere istoric,

provocator şi captivant bazat pe viaţa lui Kepler şi relaţia lui cu Tycho Brahe.

Christianson, Gale E. *This Wild Abyss: The Story of the Men Who Made Modern Astronomy.* New York: Free Press (Division of Macmillan), 1978. O istorie narativă uşor de citit a astronomiei.

Cobb, Vicki. *Truth on Trial: The Story of Galileo Galilei.* Ilustrată de George Ulrich. New York: Coward, McCann and Geoghegan, 1979. Scrisă ca o poveste pentru tinerii cititori, subţire, dar are meritul de a fi uşor de citit.

Galilei, Galilei. *Discoveries and Opinions of Galilei,* traducere, introducere şi note de Stillman Drake. New York: Anchor Books/Doubleday, 1957. Tinerii elevi şi cititori vor fi surprinşi să afle cît de pasionante şi de provocatoare au fost scrierile lui Galilei pentru vremea sa şi cît de bine rezistă chiar şi astăzi. Comentariile şi notele lui Drake întregesc contextul istoric şi clarifică unele probleme, dar Galilei e cel care acaparează atenţia în această surprinzător de actuală carte.

Keele, Kenneth D. *William Harvey: The Man, the Physician and the Scientist.* London: Thomas Nelson and Sons, 1965.

Marcus, Rebecca B. *William Harvey: Trailblazer of Scientific Medicine.* New York: Franklin Watts, 1962. Bine scrisă şi uşor de citit, deşi unele explicaţii nu sînt clare.

Meadows, Jack. *The Great Scientists.* New York: Oxford University Press, 1987. Uşor de citit, bine prezentată şi frumos ilustrată. Disponibilă în ediţie broşată.

Cuprins

PREFAȚA SERIEI 5

PARTEA I – PRECURSORII ȘTIINȚEI: DIN ANTICHITATE PÎNĂ ÎN EVUL MEDIU 13

1. Moștenirea lăsată de popoarele antice 15
2. De la Aristotel la Evul Mediu (322 î.Hr.–1449 d.Hr.) ... 39

PARTEA A II-A – ȘTIINȚELE FIZICE 57

3. Universul întors cu susul în jos: Copernic, Tycho și Kepler 59
4. „O știință vastă și de cea mai bună calitate": Galilei și începuturile metodei 85
5. Newton, legile mișcării și „revoluția newtoniană" 106

PARTEA A III-A: ȘTIINȚELE VIEȚII 129

6. Anatomiștii: de la Vesalius la Fabricius 131
7. Paracelsus, substanțele farmaceutice și medicina 147
8. Esența problemei: William Harvey și circulația sîngelui 159
9. Privind la lucrurile foarte mici: lumea văzută cu ajutorul microscopului 177
10. Să înțelegem diversitatea vieții 196

Epilog 214
Cronologie 217
Glosar 237
Bibliografie suplimentară 244